مطالعات علمية

تأليف
د. علي مصطفى مشرفه

الكتاب: مطالعات علمية

الكاتب: د.علي مصطفى مشرفه

الطبعة: ٢٠٢٢

الناشر: وكالة الصحافة العربية (ناشرون)

٥ ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم – الجيزة
جمهورية مصر العربية
هاتف : ٣٥٨٢٥٢٩٣ _ ٣٥٨٦٧٥٧٦ _ ٣٥٨٦٧٥٧٥
فاكس : ٣٥٨٧٨٣٧٣

http://www. bookapa.com **E-mail:** info@bookapa.com

دار الكتب المصرية
فهرسة أثناء النشر
مشرفة، علي مصطفى
مطالعات علمية / د.علي مصطفى مشرفه
– الجيزة – وكالة الصحافة العربية.
١٨٦ ص، ١٨*٢١ سم.
الترقيم الدولي: ٦ – ٣٧٦ – ٩٩١ – ٩٧٧ – ٩٧٨
أ – العنوان رقم الإيداع : ٢٣٦٣١ / ٢٠٢١

مطالعات علمية

وكالة الصحافة العربية
«ناشرون»

مقدمة الطبعة الأولى

هذه مجموعة من الرسالات والأحاديث التي كتبتها أو ألقيتها من حين لآخر، رأيت أن أجمع بين شتاتها في هذا الكتاب. وقد شجعني على فعل ذلك ما رأيته من قلة الكتب العربية في الموضوعات العلمية مع شدة الحاجة إليها. فالثقافة الأدبية مع ما لها من قيمة لم تعد وحدها كافية بل أن الثقافة العلمية لا تقل اليوم عنها شأنًا في تكوين العقلية الحديثة.

وقد راعيت أن تكون مادة الكتاب في متناول القارئ بعيدة عن التعقيد، سهلة الأسلوب دون مساس بالمستوى العلمي، ولم أخض في التفاصيل الفنية إلا بقدر ما إستدعته الضرورة، وإني لأرجو أن يجد القارئ في هذه الصحف متعة وثمرة.

علي مصطفى مشرفة

مايو سنة ١٩٤٣

الأرض التي نعيش عليها

كيف نشأت الكرة الأرضية؟ وكيف تطورت حتى وصلت إلى حالتها اليوم؟ هل يستطيع العلم الحديث أن يجيب على هذين السؤالين؟ أما إن كان المقصود بالإجابة أن يكون ذلك بصفة قاطعة فكلا! وأما إذا أريد أن نستعين بنتائج الأبحاث العلمية على الإجابة إجابة تتفق وهذه النتائج فهذا دائمًا ميسور لكل ذي عقل راجح.

وما هي نواحي البحث العلمي التي تتصل بمسألتنا؟ من المعلوم أن الأرض كوكب من الكواكب التي تدور حول الشمس. فالأبحاث الفلكية عن طبائع هذه الكواكب وعلاقة ذلك بنشأتها وتطورها ستدخل إذن في حسابنا ثم إن طبقات القشرة الأرضية لها علم خاص بها هو علم الجيولوجيا يدخل فيه ما يدخل من علوم الحيوان والنبات إذ من المعلوم أننا نجد بقايا الكائنات الحية محفوظة في الصخور الأرضية مما يساعدنا على تنظيم دراسة العصور الجيولوجية المختلفة، وأخيرًا توجد طائفة من الدراسات تعرف بالجيوفيزيقا أو الطبيعيات الأرضية تتناول البحث في القوى الطبيعية التي تعمل في مادة الأرض قشرتها وباطنها وجوها. وإذا راعينا أن العلوم الرياضية تستخدم في سائر هذه الأبحاث ويستعان بها على تنظيمها تكونت لدينا فكرة من نوع المسألة التي نحن بصددها.

ومن العبث أن أقحم القارئ في تفاصيل فنية هو في غنى عنها. لذلك سأكتفي بسرد تاريخ نشأة الكرة الأرضية وتطورها بصفة إجمالية

مكتفيًا بالإشارة إلى أهم مراحل هذا التطور وشرح ما يتيسر شرحه من الآراء العلمية التي ترتبط بها.

وليتصور القارئ أنه يشاهد شريطًا سينمائيًا ناطقًا دونت فيه سيرة كرتنا الأرضية منذ نشأتها. هذا الشريط كسائر الأشرطة التاريخية يعتمد في تحضيره على الوثائق التي بين أيدينا ويسمح في الوقت ذاته للمخيلة بأن تظهر ما كان خافيًا فيه وتوضح ما كان مبهمًا. فإذا وصلت درجة الخفاء أو درجة الإبهام إلى حد كبير أستغني عن هذا الجزء من القصة ووصلت أجزاء الشريط على قدر ما تسمح به الظروف. ولما كانت الأمانة العلمية تقتضي الصراحة التامة في مثل هذه الظروف فسأشير في عرض حديثي إلى مواضع الضعف في القصة كلما سنحت فرصة لذلك.

عمر الأرض

ولابد من إدراك أن الحوادث التي يدونها الشريط إستغرقت ملايين السنين فعرض الشريط في زمن يسير كالذي يتسع له مثل هذا المقال يقتضي تغييرًا عظيمًا في مقياس الزمن. ثم أن معرفة الزمن الحقيقي الذي إستغرقته هذه الحوادث، هذه المعرفة محوطة بكثير من الشك، فلذا يجب أن نتلقاها بشيء من التحفظ. ويحسن بهذه المناسبة أن أشير إلى مصادر علمنا عن مقادير هذه الأزمنة الطويلة. فلدينا أولًا الطريقة الطبيعية وتنحصر في حساب الزمن الذي لزم لكي تبرد الأرض من حالتها الأولى كقطعة من الغازات الحارة التي إنفصلت عن الشمس إلى درجة حرارتها

الحالية. هذه الطريقة أدت بعلماء القرن التاسع عشر إلى تقدير عمر الأرض تقديرًا نعتقد الآن أنه خاطئ إذ أنهم أغفلوا مصدرًا هامًا من مصادر حرارة الأرض وهو مصدر النشاط الإشعاعي لبعض عناصرها كاليورانيوم والراديوم وما إليها. وقد أعاد علماء القرن العشرين حساب عمر الأرض مراعين في ذلك أثر هذا المصدر.

ثم أن لدينا وسائل أخرى مستقلة عن الأولى وهي الوسائل التي يستخدمها علماء الجيولوجيا وأهمها تقدير كمية الأملاح الذائبة في مياه المحيطات وحساب الزمن اللازم لنقل هذه الأملاح بوساطة الأنهار إلى المحيطات وسأعتمد على أقوال العلماء الذين تيسر لهم تمحيص النتائج التي تؤدي إليها سائر الوسائل الطبيعية والجيولوجية والأخذ بأقربها إلى الإحتمال.

منذ نحو ألفي مليون سنة كانت الشمس تسبح في فضاء العالم المجري شأنها شأن غيرها من نجوم هذا العالم ولم يكن لها في ذلك الوقت كواكب تدور حولها كما هو الحال في عصرنا الحاضر. والمظنون أن نجمًا آخر أكبر من الشمس قدر له أن يقترب منها بحيث يكاد يدانيها. والنتيجة الطبيعية لهذا الإقتراب أن يندلع لسان من مادة الشمس بقوة الجاذبية بين النجمين فيخرج في الفضاء مبتعدًا عن الشمس ثم ينفصل عنها. هذا اللسان أو هذا الذراع الذي أمتد من الشمس في الفضاء الذي هو جزء من مادتها الغازية الحارة هو أصل المجموعة الشمسية فقد تكاثفت أجزاؤه وتراكمت فكونت كواكب منفصلة هي كواكب هذه المجموعة. وهكذا ولدت الأرض كوكب

من هذه الكواكب ودارت حول الشمس كما دارت سائر الكواكب وعلى هذا الزعم تكون الأرض بنتًا للشمس وتكون الكواكب أخوة وأخوات للأرض ولدت معها في «بطن» واحدة وبديهي إذا أخذنا بهذا الرأي أن الأرض بدأت حياتها ككتلة من الغاز الحار. هذه الكتلة الغازية الحارة جعلت تفقد من حرارتها عن طريق الإشعاع فتحولت بمرور الزمن إلى سائل ولعلها إستغرقت خمسة آلاف سنة أو أقل في هذا التحول وبعد ذلك أستمرت درجة الحرارة في الإنخفاض حتى تجمدت مادة الأرض أو معظم مادتها. وبطبيعة الحال إستغرقت عملية التجمد أطول من عملية التحول إلى سائل وذلك لسببين رئيسيين أولهما أن درجة حرارة الأرض قد هبطت نقل إشعاعها، وثانيهما أن الأرض قد إنكمشت فقل سطحها المشع. ولعل التجمد حدث في نحو عشرة آلاف سنة وعلى ذلك تكون الأرض قد تجمدت في نحو خمسة عشر ألف سنة من وقت ولادتها. وهي مدة ضئيلة إذا قيست بعمر الأرض الذي سبق أن ذكرنا أنه ٢٠٠٠ مليون سنة.

إنفصال القمر

والمظنون أن القمر أنفصل عن الأرض حوالي الوقت الذي بدأت فيه تتجمد، فالقمر إذن هو أبن الأرض كما أن الأرض بنت الشمس. وليس القمر بالحفيد الوحيد للشمس فإن للكواكب الأخرى أقمارًا أو توابع أنفصلت عنها كما أنفصل القمر عن الأرض. ويزعم البعض أن حوض المحيط الهادي هو الحفرة التي نشأت عن إنفصال القمر عن الأرض. فمن

المعلوم أن حوض المحيط الهادي يشغل نحو نصف سطح الأرض وأن القارات اليابسة متجمعة في النصف الآخر. كما أنه من المعلوم أيضًا أن الصخور التي يتكون منها هذا الحوض ترجع إلى عصور جيولوجية عظيمة القدم. ومع هذا كله فلا أميل إلى الرأي الذي ذكرته من أن حوض المحيط الهادي هو الحفرة التي نشأت عن إنفصال القمر عن الارض لأن الأرض في الغالب كانت في حالة سيولة عندما أنفصل القمر عنها.

الأرض في طفولتها

ولنرجع إلى شريطنا السينمائي لنشاهد حالة الأرض في طفولتها الأولى فماذا ترى؟ أن كرة تدور حول نفسها تحتدم داخلها كالمرجل لا ماء بها ولا زرع. صحراء يعلوها الدخان لو وطأتها القدم الشويت شيا. رمال قاسية قاحلة. وبين آن وآخر نسمع صوت إنفجار يخرج منه صخر منصهر كأنه القطران الكثيف ينبعث من الشقوق ويتجمد بشكل قبيح مزعج لا شمس بالنهار ولا قمر بالليل بل غشاء كثيف من السحب يحجب وجه السماوات وتحت هذا الغشاء هواء كثيف خانق شبع بالغبار يكثر فيه غاز الكربونيك وبخار الماء. منظر لا ترى العين فيه أثرًا للحياة ولا تسمع الأذن فيه إلا أصوات تكسر الحجارة وزفير المواد المنصهرة يتخللها إنفجار الصخور.

لا شك في أن من أهم حوادث شريطنا السينمائي نزول مطر على صخور الأرض الحارة وصحاريها الجافة، المطر بعد القحط والماء بعد

الجدب! كيف حدث ذلك؟ إن الصورة هنا مبهمة وناقصة هل تكاثف الماء في جو الأرض قبل أن يوجد على سطحها؟ لا ندري. فلعل الماء قد تراكم تحت سطح الأرض قبل أن يهبط من سمائها، بل لعل السطح غمره محيط أو أوقيانوس واحد قبل أن يهطل أول مطر وأيًا كانت الظروف فقد أنتقلت الأرض إلى مرحلة أخرى من مراحل تطورها. فالسطح قد صار صخريًا ويابسًا وأنخفضت درجة حرارته نسبيًا. وتكونت جبال وهضاب ووديان والرياح تثير السحاب والعواصف تهب والمياه تسيل في أنهار سريعة مضطربة وفوق شلالات عالية وقد تكونت البحيرات والبحور القليلة الغور كما حملت المياه الجارية رواسب من الطين الكثيف وفي أثناء ذلك كله كانت الأرض تنكمش تدريجيًا. هذا الإنكماش الناشئ عن إستمرار البرودة وإن كان ضئيلًا نسبيًا من حيث أثره في حجم الكرة الأرضية إلا أن له أثرًا بليغًا في شكل سطحها.

فكما أن البرتقالة إذا نقص حجمها (بسبب تبخر الماء منها) تكرمش سطحها وتكونت عليه تعاريج وتضاريس. كذلك الأرض عندما نقص حجمها (بسبب برودتها) تكونت عليها سلاسل الجبال تباعًا. وقد أقترن ذلك بفعل العوامل الجوية في تفتيت الصخور ونقل الرمال والرواسب فأصبح سطح الأرض أكثر تنوعًا.

ظهور الحياة

إلى هذه النقطة في تاريخ تطور الأرض يكون قد مضى على إبتداء حياتها نحو ألف مليون سنة أو نصف عمرها الذي قضته حتى اليوم. ألف مليون سنة قضيت في إعداد المسرح لتمثيل رواية الحياة!! ألف مليون سنة لا نرى خلالها في شريطنا السينمائي أثرا لوجود الحياة ولا نسمع صوتًا لكائن حي بين صفير الزوابع وتلاطم الأمواج وقصف الرعد وخرير المياه.

إذا دققنا النظر في الصورة فإننا لن نرى الأميبات (أو الحيوانات ذات الخلية الواحدة) تنتقل في مياه البرك والبحيرات الهادئة، فإن هذه الكائنات أصغر من أن تدركها العين العارية، ولكننا نري آثار حركات الحيوانات الصغيرة الأولية في هذه المياه كما نشاهد النباتات تنمو وتنتشر على ضفافها. ولكن كيف بدأت الحياة في هذا العهد البعيد؟ لا ندري. إننا نظن أنها بدأت على صورة حيوانات ونباتات إبتدائية بسيطة التركيب تعيش في المياه الراكدة. أما التفاصيل فنجهلها تمامًا.

بدء العصور الجيولوجية

ولنترك هذا العصر الهام المملوء بالأسرار عصر بدء الحياة على سطح الأرض وراءنا وننتقل بضعة ملايين السنين إلى بدء العصور الجيولوجية، وإذا قلنا العصور الجيولوجية فإنما نقصد بذلك العصور التي أمكن لعلماء الجيولوجيا أن يعثروا على آثار حيواناتها ونباتاتها محفوظة بين الصخور

الأرضية. وأول هذه العصور ما يسميه الجيولوجيون العصر الباليوزوي أو عصر الحياة القديمة وفي هذا العصر نرى في صورتنا النباتات القديمة وقد أنتشرت على سطح الأرض إلا أنها كلها نباتات إبتدائية عديمة الأزهار وقد أندثر معظمها الآن. نرى غابات كثيفة من هذه النباتات الغريبة على الأرض اليابسة، كما نرى المحيطات، وقد أمتلأت حياة بأسماك متعددة الأشكال تليها في الظهور حيوانات مائية برية تخرج من البحر فتعيش على الطين ثم تعود إلى البحر ثانية. هذه الحيوانات المخضرمة هي أولى الحيوانات التي أحدثت صوتًا مسموعًا لكائن حي على سطح الأرض ولا إخال أصواتها كانت موسيقية إلى درجة عظيمة إلا أنها كانت ولا شك أصوات إنتصار الحياة على الطبيعة الميتة. بعد ذلك نرى الحيوانات البرية الحقيقية تحتل الأرض اليابسة وتتخذها مأوى لها.

ظهور الحيوانات الثديية

ولنقفز بضعة ملايين السنين إلى العصور المتوسطة. ففي هذا العمر نرى النباتات وقد إرتقت فإتخذت أشكالًا تقرب من أشكال النباتات التي نعرفها ولو أن أزهارها تعوزها بهجة أزهارنا وجمال ألوانها. أما الأشجار في ذلك العهد فلم تكن تتلون بألوان الخريف قبل سقوط أوراقها إذ أن أوراقها لم تكن تسقط، وفي المملكة الحيوانية تظهر الحيوانات الثديية لأول مرة كما تظهر بعض الحشرات والطيور ولكن لعل أهم ما يسترعي نظر الرائي هو هذه الزحافات العظيمة الهيكل التي تسمى الدينوصورات. هذه

الدينوصورات كانت ولا شك أقوى الحيوانات وأعظمها سلطة في ذلك العصر السحيق. فعظم جثتها وقوتها جعل لها مركزًا ممتازًا بين الكائنات الحية في زمانها ويصح أن يقال إنها كانت متسلطة على كائنات الأرض كما يتسلط الإنسان اليوم على غيره من الكائنات الحية.

تغلب الذكاء

فإذا إنتقلنا إلى العصر الحديث بدأت الأرض تزدان بالنباتات المزدهرة وظهرت الحبوب والفواكه والغابات ذات الأخشاب الجامدة وتعطر الجو بشذا الرياحين وتعددت أنواع الحشرات وأنتشرت بين الزهور الجميلة الألوان وأنقضي عهد الدينوصورات الهائلة ودالت دولتها. ولكن لماذا؟ لماذا دالت دولة هذه الحيوانات العظيمة القوة والبطش؟ إن العصر الكينوزوي أو الحديث يمتاز بظاهرة غريبة بين حيواناته هذه الظاهرة هي الذكاء. ففي العصر الميزوزوي أو الأوسط كانت الغلبة للقوة الجثمانية. فما كان من الحيوانات أعظم جثة وأقوى عضلًا تغلب على غيره. أما في العصر الحديث قد ظهر سلاح آخر أمضى وأفتك من سلاح القوة الغشوم ذلك السلاح هو سلاح الذكاء.

وقد تجلى الذكاء في جميع الحيوانات الثديية تقريبًا لا سيما في نوع خاص منها وهو النوع المسمى بالرجل – القرد أو القرد – الرجل فقد تمكن هذا الكائن بذكائه من التغلب على حيوانات أعظم منه جسمًا وقوة حتى صارت له العزة عليهم جميعًا.

وهكذا نترك قاعة السينما دون أن نرى أول كائن حي يصح أن يطلق عليه أسم الإنسان. فالقصة التي أردت أن أحكيها لم تكن قصة الإنسان بل قصة الأرض التي نعيش عليها. أما الخوض في نظريات النشوء والإرتقاء فأتركه لغيري ممن لهم إلمام بهذه المباحث.

ولعل بعض القراء قد خرج من قاعة السينما قبل الآن إما لملل وسآمة أو هربًا من أصوات فرقعة البراكين التي تخللت عرض الشريط، إلى هؤلاء لا داعي إلى أن أقدم أي إعتذار.

التصميم المعماري للكون

إذا نظرنا إلى السماء خيل لنا أنها على شكل قبة تظهر لنا الأرض تحتها كقرص مستدير بحيث تنطبق حافة القبة على حافة القرص عند الأفق، وإذا كان الوقت ليلًا ظهرت النجوم كنقط مضيئة مبعثرة على سطح القبة، هذه المشاهدة البسيطة تؤدي بنا إلى تصور الكون كضريح أرضه الأرض وقبته السماء به مصابيح مثبتة في قبته هي النجوم ونكون نحن في هذه الحالة «الشيخ» تحت القبة. ونجد في آثار أجدادنا المصريين صورًا تمثل «سب» أو الأرض كإنسان راقد أو مستلق على ظهره إشارة إلى إنبساط الأرض تعلوه «نو» أو «نوت» وهي السماء على صورة إنسان مكب على الأول طرفا رجليه عند أحد طرفي الأرض وأطراف أصابع يديه عند الطرف الآخر وظهره إلى أعلى بحيث تتكون من جسمه نصف دائرة تقريبًا إشارة إلى تكور القبة السماوية ونجد جسم «نوت» مرصعًا بالنجوم

وفي المسافة الواقعة بين «سب» و«نوت» أي بين السماء والأرض نجد «شو» الذي يمثل الهواء أو نور الشمس. فهذا التمثيل البسيط يعبر عن نتيجة الرؤية المباشرة للكون المحيط بنا. وسيرى القارئ قبل أن آتي على آخر مقالي أن هذه الصورة بعيدة كل البعد عن حقيقة الشكل الخارجي للعالم. فالعين وإن كانت أداة قوية في الوصول إلى معرفة الأشياء، إلا أنها خداعة لا يجوز أن نركن إليها وحدها في تكوين آرائنا عن حقيقة ما هو كائن وعلى الخصوص لا يجوز أن نعتمد على نظرة واحدة سطحية. وكيف ننتظر من صورة على شبكية العين لا تبلغ مساحتها سنتيمترًا مربعًا أن تمثل كونًا تصل أبعاده إلى مسافات شاسعة يصعب على العقل تصورها؟

إذا نحن تحركنا على سطح الأرض نحو ناحية معينة من الأفق فإننا نجد أن أجزاء جديدة من الأرض تظهر لنا فوق الأفق في هذه الناحية في حين أن أجزاء أخرى في الناحية المضادة تختفي تحت الأفق وبعبارة أخرى تنتقل دائرة الأفق معنا في حركتنا. فالأفق الذي يظهر لنا كما لو كان حدًا بين السماء والأرض إن هو إلا دائرة وهمية تحدد مدى نظرنا، وشكله الدائري إن هو إلا نتيجة تكور الأرض وكلما تحركنا على سطح الأرض تحرك أفقنا معنا بحيث نبقى في مركز دائرته. وقد أهتدي الإغريق إلى معرفة كروية الأرض من هذه الظاهرة ومن غيرها من الظواهر التي يجدها القارئ مشروحة في كتب الجغرافيا فوصلوا إلى تصوير الأرض ككرة تحيط بها كرات أخرى تمثل السماوات. وأشهر الآراء المنقولة عن الإغريق في نظام هذه السماوات الرأي المنسوب إلى بطليموس. فمن المعلوم أن الأغلبية الساحقة للأجرام السماوية يظهر لنا كما

لو كانت مثبتة في سطح كرة عظمى تدور حول محور واصل من الأرض إلى نقطة قريبة من النجم القطبي بحيث تدور دورة كاملة في يوم إلا نحو أربع دقائق. فهذه الكرة الهائلة تظهر لنا كما لو كانت تدور حول هذا المحور حاملة معها النجوم التي تسمى بالثوابت لثبوتها على سطح الكرة (وإن كانت متحركة بحركة الكرة طبعًا). إلا أن هناك بعض مستثنيات، فالشمس والقمر والكواكب السيارة أو المتحيرة وإن كانت تشترك مع كرة الثوابت في حركتها اليومية إلا أن لكل منها حركة خاصة بعضها سنوي كما في حالة الشمس وبعضها شهري كما في حالة القمر والبعض الآخر معقد ومختلط كما في حالة الكواكب السيارة، من هذا الإختلاف في الحركات نشأت فكرة تعدد السماوات عند الإغريق فزيادة على الكرة التي تحمل النجوم الثوابت وجد من اللائق أن يكون لكل من الأجرام السماوية الأخرى التي كانت معلومة لهم وهي الشمس والقمر والمريخ والمشترى وزحل وعطارد والزهرة، سماء أو كرة خاصة به. وهذا الرأي يعطينا صورة محدودة من حيث الكيف عن التصميم المعماري للكون. فالكون في رأي بطليموس عبارة عن (كرة من جوه كرة من جوه كرة وهكذا) مبتدأ بكرة الثوابت[1] من الخارج ومنتهيًا بالكرة الأرضية من الداخل وهو تصوير يتفق ومنطق العقل الإغريقي الذي كان يتطلب الكمال في الكائنات، ويعلق أهمية خاصة على كمال الشكل الهندسي إذا لاحظنا أن الكرة كانت في نظرهم أكمل جسم لتمام إستدارتها من جميع نواحيها.

---

[1] يشتمل النظام البطليموسي على ثلاث كرات أخرى تقع خارج كرة الثوابت وتعمل على إيجاد حركة الأجرام السماوية، وقد أغفلنا الإشارة إليها هنا من باب الإختصار.

وقد قام الإغريق بزيادة التحديد لهذه الفكرة عن نظام الكون بأن قاسوا فعلًا عظم الكرة الأرضية أي طول محيطها وأول قياس ورد ذكره على وجه التحقيق لقطر الأرض قام به إيراستوتين المولود سنة ٢٧٦ أو ٢٧٥ قبل المسيح والذي كان رئيسًا على المكتبة الإسكندرانية الكبرى. وقد بني حسابه على قياس المسافة بين أسوان والإسكندرية وتعيينه للفرق بين عرض المدينتين فحصل بذلك على أن محيط الكرة الأرضية يساوى ٣٥٢ ألف إسطاديون وهو يعادل على أشهر الأقوال ٣٩٥٩٠ كيلو مترًا ويقل عن التقدير الحقيقي مقدار ٤٨٠ كيلو مترًا.

وقد نقل العرب عن الإغريق آراءهم في نظام الكون لا سيما رأي بطليموس وقاموا هم بأنفسهم بقياس محيط الأرض، فمن ذلك ما قام به سند بن علي وخالد أبن عبد الملك المرورذي بأمر المأمون من قياس درجة من دائرة عظمى على سطح الأرض فوجدوا أن محيط الأرض يبلغ ما يعادل ٤١٢٤٨ كيلو مترًا وهو يزيد على التقدير الحقيقي مقدار ١١٧٨ كيلو مترًا أما عن الكرات الأخرى التي تحيط بالكرة الأرضية والتي هي السماوات فليس فيما ورد عن الإغريق أو عن العرب أو عمن سبقهم ما يحدد أبعادها أو درجات عظمها إلا أنه كان المفهوم طبعا أنها كلها عظيمة عظمًا كافيًا يتناسب مع المظهر الخارجي لبعدها عنا. وقد بقيت آراء بطليموس سائدة بين علماء الفلك خلال القرون الوسطى إلى أواخر القرن الخامس عشر ومنذ ذلك العهد أتجهت دراسة علم الفلك إتجاهات جديدة بإستعمال آلات مستحدثة في الرصد وتأثير التقدم الذي حدث في دراسة

العلوم الرياضية والطبيعية من الناحيتين النظرية والعملية. وأهم العناصر الجديدة في التقدم الذي حدث من حيث أثرها في الموضوع الذي نحن بصدده هي:

أولًا: معرفتنا لنظام المجموعة الشمسية.

ثانيًا: إكتشاف أن النجوم التي كانت تسمى بالثوابت ليست في الحقيقة ثابتة ولكنها متحركة وتمكننا من قياس أبعادها عنا وحركاتها.

ثالثًا: عثورنا على طائفة كبيرة من الأجرام السماوية تعرف بالسدم والتمكن من قياس أبعادها عنا وحركاتها.

فأما عن المجموعة الشمسية فإن الدراسات التي قام بها كوبرنك وجاليليو ونيوتن ولابلاس وأتباعهم قد أدت بنا إلى معرفة أن كلا من الأرض والكواكب السياره تتحرك من مدارات مستديرة تقريبًا حول الشمس وأن القمر يتحرك حول الأرض كتابع لها وأن لكل من الكواكب السيارة أقمارًا أو توابع تدور حولها وكل هذه الأمور يعرفها الخاص والعام في عصرنا الحالي فالمريخ والمشترى وزحل وعطارد والزهرة وكذلك يورانوس ونبتون وبلوتو بدلًا من أن تحتل سماوات أو كرات مركزها الأرض كما رأى بطليموس صارت تحتل دوائر مركزها الشمس وصارت الأرض حكمها حكم أي واحد من هذه الكواكب تدور في مسارها ، وإذا أضفنا إلى ذلك الكواكب الصغرى التي يربو عددها على الألفين وكذلك المذنبات التي تتحرك من مدارات إهليلجية الشكل تكونت صورة للمجموعة الشمسية أظنها معروفة لكثير من القراء وأما عن النجوم الثوابت فإن زيادة الضبط في إستعمال الآلات الفلكية قد

أدي بنا إلى معرفة أبعاد هذه النجوم عنا. وقبل أن أذكر هذه الأبعاد يجب أن نتفق على وحدة لقياس الأبعاد متناسبة مع المسافات التي سنتكلم عنها وسنأخذ وحدة قياسنا للأبعاد ما يسمى بالسنة الضوئية أي أنني سأتبع في قياس المسافات طريقة تشبه الطريقة التي كان يتبعها العرب حين يقولون «طولها شهر وعرضها عشر» فكذلك سأقول طولها سنة أو سنتان وهكذا. والشيء المفروض تحركه في حكاية العرب كان البعير الذي لا يزيد ما يقطعه في الساعة عن عشرة أميال.

وأما في حكايتي فالمتحرك هو الضوء الذي يقطع ١٨٦٠٠٠ ميلًا في الثانية الواحدة أي أن السنة الضوئية تعادل ستة مليون مليون من الأميال تقريبًا. على هذا الأساس وجدوا أن أقرب نجم من النجوم المعروفة بالثوابت إلينا (وهو المسمى ألفًا من برج قنطورس) يبعد عنا أربع سنين ضوئية أي أن ضوؤه يحتاج إلى أربع سنين ليصل إلينا متحركًا بسرعة ١٨٦٠٠٠ ميلًا في الثانية الواحدة.

ولكي يمكن مقارنة هذا البعد بأبعاد المجموعة الشمسية أذكر أن بعد الأرض عن الشمس ٨ دقائق ضوئية تقريبًا وأن المجموعة الشمسية بأسرها لا يزيد قطرها عن بضع ساعات ضوئية فالمجموعة الشمسية بكواكبها وأرضها وأقمارها ومذنباتها تتضاءل أمام بعد أقرب نجم إلينا وتصير كنقطة صغيرة بالنسبة إلى المستقيم الواصل إلى النجم الذي يليها. كيف توزع النجوم في الفضاء إذن على هذا المقياس! وجد أن النجوم التي تؤلف عالمنا وهو الذي يعرف بالعالم المجري نسبة إلى نهر المجرة الذي نراه في السماء

موزعة في الفضاء على شكل عدسة أو ساعة جيب أو رغيف من الأرغفة «البلدي» وأن الشمس بمجموعتها التي نحن نقطة فيها إن هي إلا إحدى نجوم هذا العالم ويبلغ قطر هذا الرغيف نحو نصف مليون سنة ضوئية. وأما عن المسألة الثالثة وهي مسألة السدم فقد وجد أن هذه السدم هي في الواقع عوالم أخرى تشبه عالمنا المجرى وأن أبعادها عنا تقدر بملايين السنين الضوئية. فالكون إذن عبارة عن جملة سدم متفرقة يبلغ عددها مئات آلاف الملايين بينها مسافات تقدر بملايين السنين الضوئية، وعالمنا المجري هو أحد هذه السدم وهو مؤلف من مئات آلاف الملايين من النجوم بينها مسافات تقدر بعشرات السنين الضوئية، والشمس هي إحدى هذه النجوم وحولها كواكب أبعادها عن الشمس تقدر بالدقائق أو بالساعات الضوئية، والأرض إحدى هذه الكواكب ونحن نعيش عليها وننظر إلى هذا الكون محاولين أن نحيط به وأن نتغلب عليه.

ولكن إلى أي مدى يبلغ أتساع هذا الكون ؟ هده نقطة لا تزال موضع نظر والرأي السائد الآن أن فضاء الكون منحن أو ملتو على نفسه بحيث يمكن للضوء أن يدور حوله كما يمكن للإنسان أن يدور حول الأرض متجهًا في أتجاه واحد. وقد قام بعض العلماء أمثال جينز وملن وأدنجتن بتقدير محيط الكون فقدر له أدنجتن نحو ٧ آلاف مليون سنة ضوئية أي أننا إذا أرسلنا شعاعًا من الضوء فإن هذا الشعاع يعود إلينا بعد ٧ آلاف مليون سنة بعد أن يكون قد طاف حول الكون كما يطوف السائح حول الأرض ويعود إلى حيث أبتدأ. وتلخيصًا لمقالي أذكر أنني

أشرت إلى ثلاثة آراء أساسية مختلفة عن التصميم المعماري للكون فالرأي الأول الذي يرجع إلى قدماء المصريين ويستمد من المشاهدة البسيطة يمثل الكون كضريح ذي قبة أو كصحن عليه «مكبة» ونكون نحن الشيخ تحت القبة أو الطعام تحت المكبة، والرأي الثاني إغريقي نقله العرب وأستمر مقولًا به إلى أواخر القرون الوسطى وهو يمثل الكون ككرات متداخل بعضها في بعض أو «كعلبة من داخل علبة إلخ» نحن في العلبة الوسطى وحولنا عدد من العلب الأخرى كما لو كان من المرغوب فيه المحافظة علينا بكل عناية لئلا نتلف أو لئلا نهرب، والرأي الحديث يمثل الكون كعدد عظيم من السدم كل واحد منها عالم بذاته ومجموعتنا الشمسية نقطة في أحد هذه العالمين وهو العالم المجري والأرض كوكب من كواكب المجموعة الشمسية ونحن نعيش على سطحها كما يعيش العنكبوت في زاوية من زوايا قصر فخم نخدع أنفسنا بتصور أن القصر لنا.

المواد التي تدخل في بناء الكون

تحدثت في المقال السابق عن التصميم المعماري للكون وأتحدث في هذا المقال عن المواد الداخلة في بناء الكون أو بعبارة أخرى عما تتألف منه الأجرام السماوية.

الكون إلى حد علمنا مؤلف من عدد عظيم من العالمين كل عالم عبارة عن مجموعة هائلة من النجوم وبين هؤلاء العالمين المنتشرة في فضاء الكون مسافات شاسعة وتعرف هذه المجموعات بالسدم اللولبية وتمكن

رؤيتها في السماء بالمناظير أحد هؤلاء العالمين هو عالمنا المعروف بالعالم المجري نسبة إلى نهر المجرة الذي تمكن رؤية كثير من نجومه في السماء بالعين العارية لقربها منا قربًا نسبيًا والشمس واحدة من هذه النجوم والأرض إن هي إلا أحد الكواكب التي تدور حول الشمس. هذا ملخص شكل الكون أو نظامه.

ونحن نعلم أن المواد المختلفة التي نجدها قريبة من سطح الأرض تتألف من نحو ٩٢ عنصرًا من العناصر حيث يمكن القول بأن الأرض مصنوعة من هذه العناصر. بعضها يوجد بكثرة مثل الكربون والأوكسيجين والأزوت والأيدروجين والحديد وبعضها نادر مثل الهليوم واليورانيوم والكريبتون والراديوم إلخ والسؤال الذي أريد أن أتعرض له الآن هو: هل هذه العناصر داخلة أيضًا في تركيب الأجرام السماوية؟ هل النجوم مصنوعة من نفس العناصر التي صنعت منها الأرض هذا هو السؤال الأول وهو سؤال لعمري يكاد يكون شعرًا لا نثرًا فإذا نحن ناجينا النجوم في ساعات تأملنا أنحن نناجي أجرامًا مصنوعة من المواد العادية التي نجدها على سطح الأرض؟ أجرامًا أرضية قوامها الكربون والحديد والأوكسيجين والإيدروجين إلخ؟ أم أن الأجرام السماوية مصنوعة من مواد أرق وأدق من موادنا الأرضية؟ سيقال وكيف السبيل إلى معرفة ذلك؟ كيف الوصول إلى النجوم لنحلل مادتها ونصل إلى معرفة عناصرها؟ إنه لأمر بعيد المنال حقًا! الجواب على ذلك أنه لا حاجة بنا إلى الإنتقال إلى النجوم لكي نحلل مادتها ونقف على حقيقة تركيبها إذ أن النجوم تغنينا عن ذلك فهي تخاطبنا بأسرارها!! أجل أيتها

القارئات ويا أيها القارئون أن كل نجم من النجوم يكاشفنا بأسراره بلغة هي أقدم اللغات وأعمها. وجدت قبل أن تتبلبل الألسن فهي سواء لدى من كان عربيًا ومن كان أعجميًا من نطق بالضاد ومن لم ينطق وهي مع ذلك لغة سلسة العبارة جميلة الأسلوب لا غموض فيها ولا إبهام تلك اللغة هي لغة النور فكما أن أجدادنا القدماء تصل إلينا أخبارهم وحقائق أحوالهم خلال آلاف السنين في رسالاتهم المحفور منها والمخطوط كذلك النجوم تصلنا رسالاتها النورية خلال أعماق الفضاء وكما أن البشر ظلوا منصرفين عن رسالات أجدادنا المصريين لا يفقهون لها معنى إذا رأوها إلى أن قام شامبليون وأتباعه بحل رموزها وفتح كنوزها كذلك ظل البشر معرضين عن رسالات النجوم النورية حتى قام نيوتن وأتباعه فعلمونا كيف نفسرها ونتقبلها إلا أن هناك فرقًا بين اللغتين. فاللغة الهيروغليفية من صنع البشر ولذلك هي محدودة الحروف والمفردات، للعقل البشري أن يحيط بها في زمن محدود كما أنها لا تعبر إلا عما كان يجول بخواطر البشر في ذلك العهد من الفكر والأخبار والإنشاءات وكلها أمور تقع تحت الحصر. أما اللغة النورية فلا حد لحروفها ومفرداتها كما أنها تعبر عن أسرار صنع المادة وكنه تركيبها وما هي عليه من الأحوال مما لا يقع تحت حصر. ولذلك تجدوننا قد أحطنا بالهيروغليفية علمًا في حين أننا لا زلنا في دور التهجي من لغة النور. وسأنتهز هذه الفرصة لأقدم للقراء درسًا بسيطًا في مبادئ هذه اللغة. يعلم القارئ أن النور إذا مر في قطعة من الزجاج السميك المقطوع وهو الذي نسميه «البنور» نشأ عن ذلك ألوان مختلفة تشبه ألوان قوس قزح هذه الظاهرة المألوفة أستلفتت نظر السير إيزاك نيوتن منذ أكثر من مائتي سنة فأخذ في

دراستها ووجد أن النور المنبعث من جسم مضيء كنور الشمس أو نور مصباح مثلًا إذا مر في منشور الزجاج فإنه يتحلل إلى ألوان مختلفة عد منها سبعًا. وقد إخترعت آلات خاصة لدراسة هذه الظاهرة تعرف بالإسبكتروسكوبات أو آلات تحديد الضوء وصرنا الآن نستطيع أن نحلل الضوء الصادر عن أي جسم مضيء فنحصل بذلك على ما يسمى بالطيف. والطيف هذا يمكن رؤيته بالعين وبالتالي يمكن تصويره فوتوغرافيًا على لوحة حساسة بالطريقة العادية فإذا نحن قمنا بهذه العملية حصلنا على صورة تظهر لنا لأول وهلة كما لو كانت عديمة المغزى. وتتألف هذه الصورة من جملة خطوط متوازية يتخللها جملة مساحات تعرف بالأشرطة. والصورة تتألف من هذه الخطوط والأشرطة التي هي ألف باء لغة النور فكل خط من هذه الخطوط وكل شريط من هذه الأشرطة صادر عن عنصر معين من العناصر التي تتكون منها المادة.

فعنصر الأيدروجين مثلًا تصدر عنه خطوط معينة وأشرطة معينة وعنصر الحديد له خطوط وأشرطة أخرى معينة وهكذا يرى القارئ في ذلك قوة هذه الطريقة التي تعرف بطريقة التحليل الطيفي في التوصل إلى معرفة تركيب الأجرام السماوية. فإذا نحن وجهنا منظارًا إلى نجم من النجوم كالشعرى اليمانيه مثلًا وحللنا الضوء الواصل إلينا منه ثم نظرنا في الطيف الذي نحصل عليه كنتيجة لهذا التحليل فإن هذا الطيف سيحتوي على خطوط وأشرطة، فإذا كان بين هذه الخطوط خط نعلم من تجاربنا الأرضية أنه لا يصدر إلا عن عنصر الصوديوم حكمنا بوجود هذا العنصر في

الشعري اليمانية. هذا بإختصار ملخص طريقة التحليل الطيف أو لغة النور.

ولكي أدل القراء على مبلغ قوة هذه الطريقة ومدى أثرها أذكر لهم الحادث الآتي: في عام ١٨٦٩ أراد السر نورمن لوكير الفلكي الإنجليزي المعروف أن يتوصل إلى معرفة المواد التي تتألف منها أنشاز الشمس وأنشاز الشمس هذه عبارة عن ألسنة من اللهيب تنبثق من الشمس وتبتعد عن قرصها إلى مسافات تقارن بقطر الشمس ذاته وتظهر لنا هذه الأنشاز بوضوح وقت كسوف الشمس الكلي فإننا إذا أخذنا صورة فوتوغرافية للشمس في وقت الكسوف الكلي أي عند ما يحجب القمر قرصها عنا تمامًا فإننا نجد هذه الألسنة من النار صادرة عن الشمس وظاهرة حول القرص المعتم. هذه الأنشاز إستلفتت نظر العلماء والباحثين وأراد السير نورمن لوكير أن يعرف مم تتألف مادتها. وعلى ذلك قام بتحليل الضوء الصادر عن هذه الأنشاز فحصل على طيف لها عكف على دراسته فوجد فيه خطوط عنصر الأيدروجين وكذلك خطوط عنصر الكالسيوم فحكم من ذلك بوجود هذين العنصرين في مادة الأنشاز.

ولكنه وجد زيادة على ذلك خطًا أصفر غريبًا لم يعرف بين أطياف المواد الأرضية فأسماه الخط د٣ وحكر من ذلك بأن في أنشاز الشمس عنصرًا لم يعرف على الأرض أسماه عنصر الهيليوم نسبة إلى هيليوس أو الشمس. كان ذلك كما ذكرت عام ١٨٦٩. وفي مارس عام ١٨٩٥ أي بعد ذلك بـ٢٦ سنة استخرج الأستاذ وليم رامزي من معدن الكليفيت

النادر غازًا خفيفًا درس طيفه فوجد فيه بالضبط الخط الأصفر د٣ الذي وجده لوكير في طيف الأنشاز الشمسية وعلى ذلك أسمى الغاز الأرضي بالهيليوم وقد تحقق العلماء منذ ذلك الحين من وجود جميع خطوط الهيليوم في أطياف الأنشاز وهكذا إكتشف عنصر الهيليوم على الشمس قبل إكتشافه على الأرض بـ ٢٦سنة.

ولغة النور تمكننا أيضًا من معرفة درجات حرارة النجوم فإذا أحمينا كرة من الحديد مثلًا تدريجيًا في غرفة مظلمة فإنها بعد درجة حرارة معينة تبعث لنا ضوء أحمر اللون فإذا زدنا في إحمائها أبيض اللون تدريجيًا ثم إذا زدنا عن ذلك ضرب إلى الزرقة. ومعنى هذا أن الأجسام إذا إرتفعت درجة حرارتها زاد الجزء من إشعاعها الضارب إلى الزرقة وقل الضارب إلى الحمرة وقد قدرت من هذا درجة حرارة سطح الشمس المشع بنحو ٦,٠٠٠ درجة مئوية.

ولا يقتصر طيف جرم من الأجرام على الجزء المرئي بالعين بل إنه يمتد إلى حدود بعيدة في كلتا الجهتين فالجهة الواقعة دون الجزء الأحمر تسمى أشعتها الأشعة دون الحمراء وتشمل الأشعة الحرارية، والجهة الواقعة بعد الجزء البنفسجي تسمى أشعتها الأشعة فوق البنفسجية وهي تؤثر في الألواح الفوتوغرافية بشدة ومنها أشعة إكس المعروفة. ويمكن الإستدلال بطريقة التحليل الطيفي أيضًا على ضغط المادة الصادر عنها الإشعاع فإن إزدياد الضغط ينشأ عنه تغير صغير في مواضع الخطوط الطيفية يمكن بقياسه معرفة مقدار الضغط كما يمكن الإستدلال بنفس الطريقة على

وجود حالة كهربائية أو مغناطيسية في الجسم المشع وكذلك على سرعة إبتعاد الجسم عنا أو إقترابه منا وكلها أمور لا تكاد توجد وسيلة أخرى لمعرفتها.

والآن وقد عرفنا شيئًا عن لغة النور وما ترشدنا إليه فسألخص ما نعلمه بفضلها عن طبائع المواد الداخلة في تركيب النجوم.

فالنجوم التي نراها بالعين العارية أو بالمنظار والواقعة في عالمنا المجري تنقسم قسمين رئيسيين فما كان منها مرتفع الحرارة سمي نجمًا أبيض أو أزرق وما كان منخفض الحرارة (نسبيًا طبعًا) سمي نجمًا أحمر وذلك لظهورها بهذه الألوان. ويفترض العلماء في العادة أن النجوم التي نراها اليوم تمثل أدوارًا مختلفة لتطور النجم الواحد وعلى ذلك فبدلًا من أن أصف كل نوع على حدة سألخص تاريخ حياة النجم الواحد فأكون بذلك قد ذكرت جميع الأطوار المختلفة التي تظهر لنا فيها هذه النجوم.

فالنجم يبدأ حياته كوحدة مستقلة على شكل كتلة هائلة من الغاز القليل الكثافة قد يزيد قطرها على ثلاثمائة مليون ميل أو نحو ٤٠٠ مرة من قطر الشمس وتكون درجة حرارة سطح هذه العملاق الأحمر واطئة نسبيًا وتتراوح بين ٢٥٠٠، ٣٠٠٠ مئوية. وتكون كثافة أجزائه الخارجية قليلة جدًا بحيث يمكن مقارنتها بالكثافة داخل أنبوبة قد فرغ معظم هوائها بوساطة مضخة الهواء. أما عند مركز النجم فإن الضغط يصل إلى آلاف الأطنان على السنتيمتر المربع ودرجة الحرارة تصل إلى٢ أو ٣ مليون درجة وأحسن مثال على هذا النوع من النجوم هو النجم الأحمر المعروف بأبط الجوزاء (في برج

الجوزا أو الجبار) فهذا النجم ولو أن توهج سطحه ضئيل إلا أن عظم هذا السطح يجعل مجموع ما يصل إلينا من أشعته كبيرًا بحيث يظهر لنا واضحًا، ومثل هذا النجم يشع كمية كبيرة من الحرارة و يتصاغر قطرة تدريجيًا فتتزايد كثافة ويتبع هذا التغير إزدياد مطرد في درجة الحرارة ينجم عنها تغير في اللون من الأحمر إلى الأصفر إلى الأبيض فالأبيض الضارب إلى الزرقة إلا أن هناك نهاية عظمى لدرجة حرارة السطح تساوي حوالي ٢٠,٠٠٠ درجة ونهاية عظمى لدرجة حرارة المركز تساوي نحو ٣٠ مليون درجة فإذا وصل النجم إلى هذه النهاية العظمى من درجة حرارته فإنه يكون قد قطع النصف الأول من تاريخ تطوره ويكون حجمه قد صغر إلى بضع مرات حجم الشمس بحيث نبتدئ نطلق عليه إسم القزم بعد أن كنا نسميه العملاق.

وبعد مرحلة الإنقلاب هذه تبتدئ درجة حرارة السطح في الإنخفاض إلا أن درجة حرارة المركز لا تتغير كثيرًا بل تظل عالية. ويستمر مع هذا حجم النجم في التناقص وينشأ عن إنخفاض درجة حرارة سطحه أن يعود لونه من البياض إلى الصفرة فالحمرة.

والشمس قزم في مرحلة أولية من مراحل إنخفاض درجة حرارتها. وتبلغ درجة حرارة سطحها ٦٠٠٠ درجة أما درجة حرارة المركز فربما كانت ٣٠ مليون درجة ثم يستمر النجم بعد ذلك في التضاؤل حجمًا وحرارة. وماذا يحدث لكتلة النجم أو كمية مادته في تطوره هذا؟. أتظل ثابتة كما كنا نظن في القرن الماضي من أن المادة لا تفنى؟ كلا إن حدوث الإشعاع ينشأ عنه نقصان مستمر في كتلة النجم.

وهكذا يولد النجم كبير الجثة قليل الهمة ثم تصغر جثته وتزداد همته إلى أن يصل إلى عنفوان شبابه وبعدها يتضاءل جثة وهمة حتى يقضى على أجله ويطرح في زوايا النسيان. وشمسنا وإن كانت قد فاتت مرحلة الشباب والطيش وبعثرة المجهود إلا أنها لا تزال قوية ظاهره كأنما هي الرجل في سن الأربعين جمع بين القوة والخبرة والحكمة.

وأما السدم المجرية فلا تظهر للعين العارية وتظهر في التلسكوب كسحب صغيرة وسميت بالسدم المجرية نسبة إلى نهر المجرة فلنذكر أن العالم المجري إن هو إلا واحد من عوالم تعد بمئات ألوف الملايين فالسديم الأكبر في برج أندرومدا مثلًا هو عالم كعالمنا المجري مؤلف من نجوم تشبه نجومنا وقد أمكن الحصول على بعض معلومات عن هذه النجوم متفرقة أي كل نجم على حدة وكل ما لدينا من هذه المعلومات يعزز فكرة أنها لا تختلف في تركيبها عن نجوم عالمنا المجري.

وتلخيصًا لما تقدم أذكر أنني بحثت في المواد التي تتألف منها الأجرام السماوية فبينت أنها تتألف من العناصر المعروفة على سطح الأرض، ولكن في حالات طبيعية من حيث الضغط ودرجة الحرارة تختلف عما عليه المادة في معاملنا الأرضية فالأرض لإنخفاض درجة حرارة سطحها قد أمكن لجزيئات المادة عليها أن تتعقد وتتقارب، مما أدى إلى نكون المركبات العضوية التي أدت بالتالي إلى إمكان وجود الحياة. هذا التعقد في التركيب الكيمائي هو الذي يميز موادنا الأرضية عن المواد التي تمكن دراستها في نجوم السماء، ولعله هو الفرق الأساسي بين المواد الداخلة في تركيب سطح الأرض، والمواد الداخلة في بناء بقية الكون.

الشمس ومنشأ حرارتها

في هذه الأيام[1] وقد بلغ الصيف أشده وإرتفعت الشمس في السماء حتى كادت تداني سمت الرأس وقت الظهيرة . أقول في هذه الأيام أيام الإنقلاب الصيفي يصح للمرء أن يتساءل عن منشأ تلك الحرارة التي ترسلها علينا الشمس إرسالًا وتغمرنا بها غمرًا. أقصد بذلك البحث في إزدياد الحرارة في الصيف عنها في الشتاء فإن ذلك أمره معروف وشائع فإزدياد الحرارة في الصيف راجع إلى سببين رئيسيين أولهما إرتفاع الشمس في السماء وقت الصيف بحيث تنصب أشعتها علينا إنصبابًا رأسيًا والثاني الإزدياد في طول النهار في الصيف وما يتبعه من قصر الليل فلا تنجو من أشعة الشمس إلا ساعات معدودات. وإنما الذي أريد أن أتعرض له هو منشأ الحرارة التي ترسلها الشمس في الفضاء، تلك الحرارة التي تصدر عن الشمس فتنبعث في جميع الإتجاهات ولا يصيب الأرض إلا النزر اليسير منها. ما منشأ هذه الحرارة الهائلة التي ظلت تنبعث في كل لحظة في فضاء العالمين منذ ملايين السنين والتي ستبقى منبعثة في كل لحظة ملايين أخرى من السنين؟

* * *

ولعل أول ما يخطر بالبال في كنه الشمس أنها لهيب أي مادة محترقة ينجم عن إحتراقها الحرارة والضوء فلنفرض أن الشمس مصنوعة من فحم

[1] نشر هذا المقال لأول مرة في شهر يونية سنة١٩٣٥.

الإنتراسيت (من أجود نوع) وغاز الأوكسيجين بنسبة تسمح بالإحتراق التام. فعلى هذا الفرض يمكن حساب كمية الحرارة التي تنجم عن هذا الإحتراق. وقد وجد أن هذه الكمية تعادل ما ينبعث من الشمس من الحرارة في ١٥٠٠ سنة أي أنه بناء على هذا الفرض لا يمكن أن يزيد عمر الشمس على نحو ١٥٠٠ سنة وهذا طبعًا ما لا يمكن القول به.

لنفرض أن الشمس جسم متوهج غير محترق كقطعة من الحديد أحمى عليها في التنور ولنفرض أنها بدأت ذات درجة حرارة مرتفعة ثم إنخفضت درجة حرارتها تدريجيًا على مر السنين ولو أن الأمر كان كذلك لكانت درجة حرارتها تنقص في وقتنا الحالي بمقدار ١/٢ ٢ درجة مئوية كل سنة وعلى ذلك فلا يمكن أن تستمر في إرسال حرارتها أكثر من بضع آلاف السنين بعدها تنخفض درجة حرارتها إلى ما يقرب من الصفر المئوي وكذلك ينجم عن هذا الفرض أن الشمس كانت ترسل إلى الأرض من الحرارة من بضع آلاف السنين أضعاف ما ترسله إليها اليوم. وإذن فهذا الفرض أيضا لا يستقيم.

* * *

وهناك فروض أخرى عن كنه مادة الشمس ومنشأ حرارتها أهمها ما سمي في القرن الماضي بفرض الإنكماش وخلاصته أن الشمس تنكمش وينشأ عن إنكماشها إزدياد في كمية حرارتها وأن هذا الإزدياد هو ما ترسله الشمس في الفضاء من الحرارة وقد حسب مقدار الإنكماش اللازم لإنتاج كمية الحرارة التي تشعها الشمس (أي ترسلها في صورة أشعة) فوجد أنه لا

يتعدى ٨٠ مترًا في قطر الشمس في العام ولما كان قطر الشمس يبلغ نحو ١ ٣/٥ مليون ميلًا وكان بعدها عنا حوالي ٩٣ مليون ميلًا فإن هذا الإنكماش يكون صغيرًا نسبيًا بحيث لا يمكننا أن نلحظه بأدق آلاتنا الفلكية إلا بعد ١٠,٠٠٠سنة. وكان علماء الطبيعة إلى أواخر القرن الماضي يسلمون بفرض الإنكماش هذا في تفسير منشأ حرارة الشمس ومن أشهر من تمسك به ودافع عنه اللورد كلفن الذي إستنبط منه أن عمر الشمس لا يزيد على ٢٥ مليون سنة وبالتالي أن عمر الأرض كذلك لا يزيد على هذا المقدار، وقد أحدث تصريح اللورد كلمن هذا إستياء في الدوائر الجيولوجية لأن العلماء في هذه الدوائر محتاجون إلى مائة مليون سنة على الأقل الحدوث تغيراتهم الجيولوجية وتكوين حفرياتهم وما إلى ذلك. إلا أن جناب اللورد أصر على رأيه وطلب منهم أن يبحثوا عن طرائق لحدوث ما شاءوا حدوثه من التغييرات في ال ٢٥ مليون سنة التي سمح لهم بها.

ولا أزال أذكر حادثًا وقع أثناء إجتماع الجمعية البريطانية لتقدم العلوم في أدنبرة عام ١٩٢١ فقد كان موضوع البحث في جلسة من جلسات الإجتماع عمر الأرض وكان العلماء يدلون بالآراء الحديثة في هذا الموضوع وهي الآراء التي سأشرحها في آخر هذا المقال والتي تناقض آراء اللورد كلفن التي أشرت إليها وفجأة وقف رجل مسن من الحاضرين وأشار إلى اللورد كلفن وآرائه بألفاظ جارحة فيها معنى التشفي وقد كان المتكلم قد خالف اللورد كلفن في آرائه عن عمر الأرض أثناء حياة اللورد كلفن في أواخر القرن

الماضي إلا أن العلماء لم يلتفتوا إليه لما كان للورد كلفن من المقام العلمي فلما تغير الرأي العلمي وقف ذلك الرجل السن يتشفى لنفسه من اللورد الميت وكانت تظهر عليه علامات الإنفعال الشديد مما أدى ببعض الحاضرين إلى المسارعة إليه لتهدئته وحمله على السكوت.

واليوم ونحن في أوائل الثلث الثاني من القرن العشرين ماذا يرى العلماء في أمر كنه الشمس ومنشأ حرارتها؟ إن المقام لا يسمح بكثير من الإسهاب ولكنني سأحاول تلخيص الموقف.

دلنا التحليل الطبيعي على أن الشمس تحتوي على معظم العناصر الأرضية في حالة ذات حرارة مرتفعة. وفي الواقع أن سطح الشمس أو الفوتوسفير لا تختلف مادته في كنهها كثيرًا عن مادة الغازات المرتفعة الحرارة في معاملنا الأرضية أما إذا تعمقنا في جسم الشمس فإن كلًا من الضغط ودرجة الحرارة ترتفعان ارتفاعًا كبيرًا بحيث أن ذرات المواد تتكسر وتتهشم فتتناثر أجزاؤها ويصبح من الممكن إقتراب هذه الأجزاء تحت تأثير الضغط الهائل الذي يحيط بها فبذلك تتكثف المادة أي تتجمع كمية كبيرة منها في حجم صغير فإذا سئلنا عن مادة باطن الشمس غازية هي أم سائلة أم جامدة كان الجواب لا هذه ولا تلك ولا الأخرى فهي غازية من حيث أن ذراتها متنافرة تحت تأثير درجة حرارتها العالية وهي سائلة من حيث أنه لا يوجد تماسك بين ذراتها. وهي جامدة من حيث أن ذراتها متقاربة جدًا الواحدة من الأخرى.

ثم أن البحث الحديث قد دلنا على أن الأجسام إذا صدر عنها إشعاعات قوية فإن ذلك يقلل من مادتها وأمامنا مثال على ذلك في حالة

المواد ذات النشاط الإشعاعي كالراديوم واليورانيوم فإن صدور الأشعة عن هذه المواد ينجم عنه نقص في كمية مادتها. وهذا الأمر يعد تطورًا هامًا في آرائنا عن المادة، فقد كان المظنون حتى أوائل القرن الحالي أن المادة لا تنعدم أو بعبارة أخرى أنها لا تتحول إلى شيء آخر ليس بمادة أما اليوم فنعلم أن المادة تتحول إلى أشعة وقد قدر أن ما ينعدم من مادة الشمس أو بعبارة أصح ما يتحول منها إلى أشعة يبلغ أكثر من ٥/١ ٤ مليون طن في الثانية الواحدة.

وخلاصة القول أن البحث في طبيعة الشمس ومنشأ حرارتها قد أدى إلى الحكم بأن مادتها تختلف في ظروفها عن موادنا الأرضية وتمتاز بإرتفاع عظيم في درجة حرارتها وفي ضغطها كما أن الأشعة الشمسية هي من القوة والشدة بحيث يقارن وزنها بوزن المادة وبحيث يمكن القول بأن مصدر حرارة الشمس هو مادتها.

ومن غرائب الصدق أن آخر النظريات العلمية تعزو حرارة الشمس إلى غاز الهيليوم الذي أكتشف أول ما أكتشف على الشمس ذاتها كما سبقت الإشارة فتجعل بناء هذا العنصر من عنصر الأيدروجين أساس الإشعاع الشمسي.

النور

النور أمره واضح لا يكاد يخفى على أحد ومع ذلك فدراسته التفصيلية من أدق المسائل وأعوصها. وتنقسم دراسته إلى قسمين رئيسيين

أحدها ما يسمى «البصريات الهندسية»، والآخر إسمه «البصريات الطبيعية»، ففي البصريات الهندسية يتصور النور كما لو كان خطوطًا أو «أشعة» صادرة عن الجسم المضيء تنتقل في الأوساط الشفافة. كالهواء والماء والزجاج وما إليها فتنعكس وتنكسر طبقًا لقوانين الإنعكاس والإنكسار التي هي علاقات هندسية بين إتجاه الشعاع قبل إنعكاسه أو إنكساره وبعدها. وقد وضح علم البصريات الهندسية أجدادنا الناطقون بالضاد وكانوا يعتبرونه بحق فرعًا من فروع علم الهندسة وأهم مؤلف وصل إلينا خبره في البصريات الهندسية الكتاب الذي وضعه أبو علي الحسن بن الحسن المعروف بإبن الهيثم المتوفي سنة ١٠٣٨ ميلادية وقد ترجم كتابه إلى اللاتينية ونشر في أواخر القرن السادس عشر وعنه أخذ علماء العالم أجمع ومنه تعلموا.

وقد شرح ابن الهيثم رؤية العين وبين الوظائف المختلفة التي تقوم بها أجزاء العين في عملية الرؤية، كما أشار إلى تكون صور المرئيات على ما نسميه الآن «شبكية العين» وإنتقال أثر ذلك إلى المخ.

ومما لا شك فيه أن العرب إستخدموا العدسات التصحيح العيوب الهندسية في تكوين العين كقصر النظر وطوله وعنهم أخذ الأفرنج ما نسميه اليوم بالنظارات كما أنني أعتقد أن الفضل في إختراع الآلات البصرية كالتلسكوب والميكروسكوب راجع إلى العرب أيضًا.

وإذا كان علم البصريات الهندسية قد وضعه العرب فإن البحث في طبيعة الضوء أو البصريات الطبيعية قد جاء ولا شك متأخرة عن عصرهم.

ويرجع البحث في طبيعة الضوء إلى التجربة الكلاسيكية التي قام بها نيوتن من تحليل الضوء الأبيض العادي إلى ألوان مختلفة بوساطة منشور من الزجاج وكان نيوتن يعتقد أن الضوء عبارة عن جسيمات صغيرة جدًا تنبعث من الجسم المضيء وتنفذ في الأجسام الشفافة وقد بذل نيوتن جهدًا كبيرًا وأظهر براعة فائقة في الدفاع عن هذا الرأي وكانت خصومة كبيرة بينه وبين القائلين بأن الضوء عبارة عن أمواج تنتقل في الفضاء أمثال هوك العالم الإنجليزي وهايجنز العالم الهولندي. ولما كان نيوتن متمتعًا بنفوذ عظيم في العالم العلمي في ذلك العصر فقد كان من آثار ذلك أن أعرض العلماء عن نظرية الأمواج وقوبلت بشيء من السخرية وبذلك تأخرت دراسة علم البصريات الطبيعية ما يقرب من مائة سنة.

ومن أهم الحقائق التي إستكشفها البشر عن الضوء أنه ينتقل بسرعة محدودة وليست لا نهائية كما أن من أهم إنتصارات العلوم الطبيعية قياس هذه السرعة قياسًا مضبوطًا.

وأول من قام بحساب سرعة الضوء الفلكي الدانمركي رومر وقد توصل إلى ذلك من مشاهدات خسوف أحد أقمار أو توابع المشترى ولاقت آراء رومر في أول الأمر معارضة من علماء الفلك إلى أن قام فيزو وفوكو العالمان الفرنسيان في القرن التاسع عشر بقياس هذه السرعة بطرق مستحدثة في المعمل ووصلا إلى نتائج تعزز ما قال به رومر وتبلغ سرعة الضوء أو سرعة البرق كما يصح أن نسميها نحو ثلاثمائة ألف كيلو متر في الثانية الواحدة!!. وهي سرعة يصعب أو يستحيل على العقل البشري تصورها.

وفي القرن التاسع عشر تعززت النظرية الموجية وصار الضوء ينظر إليه كأمواج تتحرك في الفضاء بسرعة البرق هذه وعلل إختلاف الألوان بالإختلاف في طول الموجة كما وجد أن الأشعة الحرارية تنتقل بنفس السرعة فصار حكم هذه الأشعة حكم أشعة النور وإنما تختلف عنها بإزدياد طول موجاتها. وإستكشفت أشعة أطول موجة من الأشعة الحرارية ومنها الأشعة المستعملة في التخاطب اللاسلكي ما إستكشفت أشعة أقصر موجة من الأشعة المرئية ومنها أشعة «س» المشهورة وأشعة جاما فإزدحم فضاء الكون بهذه الأشعة المختلفة منها القصير الموجة ومنها الطويل الموجة ومنها المتوسط وتسابق العلماء في قياس أطوال هذه الموجات وفي دراسة خواص كل طائفة من هذه الأشعة.

ولما كان العقل البشري يصعب عليه تصور وجود موجات في لا شيء فقد إبتكر العقل العلمي وسطًا أو شيئًا قابلًا للتموج ينقل هذه الأشعة من مكان إلى مكان وسمي الأثير وأصبحت التموجات الأثيرية كناية عن هذه الإضطرابات المختلفة في الفضاء.

وكلنا خبير بتأثير الضوء في أعيننا وهو المؤدي إلى الأبصار كما أننا خبيرون بتأثير الأشعة الحرارية في الجلد مما ينتج عنه الشعور بالدفء أو الحرارة والاشعة آثار أخرى مختلفة منها الكيميائي ومنها الكهربائي ومنها المغناطيسي إلخ. فقد وجد أن الأشعة المرئية والأشعة التي تليها في قصر الموجة (وهي المعروفة بالأشعة الفوق البنفسجية) تؤثر في بعض الأملاح كأملاح البروم واليود تأثيرًا خفيًا بحيث يؤثر ذلك في تفاعلها الكيميائي مع

الحوامض فكأن لهذه الأملاح نوعًا من الحساسية الضوئية. وهذه الظاهرة هي أساس فن الفوتوغرافية على نحو ما هو مشهور كما وجد أن للضوء أثرًا كهربائيًا إذا وقع على بعض المواد كالسيلنيوم إنبعثت منها تيارات كهربائية وهذه الظاهرة التي تعرف بالظاهرة الكهربائية الضوئية هي أساس بعض الإختراعات الحديثة كالسينما الناطق.

ومن الغريب أن بعض الظواهر التي أستكشفت حديثًا كالظاهرة الكهربائية الضوئية التي أشرت إليها تبعث على الظن بأن الضوء ربما كان مؤلفًا من جسيمات صغيرة وبذلك يرجع التفكير العلمي إلى ما قال به نيوتن منذ مائتين وخمسين سنة. ومن الآراء الشائعة اليوم الرأي الذي قال به العالم المشهور ألبرت ينشتين من أن الضوء مؤلف من جسيمات أو حزم صغيرة من الطاقة طبقًا لقوانين نظرية الكم أو نظرية «الكوانتم» ولا أريد أن أخوض بالقارئ في تفاصيل هو في غنى عنها وإنما أكتفي بهذا القدر ولعلي وصلت إلى الغرض الذي أرمي إليه وهو إثارة إهتمام القارئ بأبحاث علم الضوء الحديث.

تركيب الذرة

إذا ذكرت الذرة تبادر إلى الذهن معنى الصغر، فالذرة في لغتنا العادية هي الجزء الصغير من المادة. وربما تبادر إلى ذهن الرجل المثقف العادي إذا ذكرت الذرة معنى آخر وهو أن الأجسام تتألف أو تتكون من ذرات فتكون الذرة وحدة من الوحدات التي تبنى منها المادة. هذان

المعنيان مجتمعين يصلحان كأساس لا بأس به في بدء هذا المقال. ولعل بعض حضرات القراء يشعر أنني إذ أتحدث إليهم عن الذرة إنما أضيع عليهم الوقت في الكلام عن صغائر الأمور فالذرة بإعتراف الجميع شيء صغير وإذن فهي في عرف الكثيرين شيء ضئيل وتافه لا يستحق أن نصرف الوقت والمجهود في التحدث عنه. ولكي أنفي عن نفسي أية تهمة يمكن أن توجه إلى من هذا النوع أذكر أن الذرة وإن كانت صغيرة الجسم والوزن إلا أنها عظيمة القوة شديدة القدرة فلو أننا إستطعنا أن نحصل على الطاقة الكامنة في ذرات جرام واحد من المادة العادية لكفى مقدار هذه الطاقة لتحريك قطار وزنه مئات الأطنان حول الكرة الأرضية بأسرها. فالذرة إذن ليست بالشيء الحقير الذي لا يحفل به إذا كانت الأمور تقاس بمقياس القوة وهو مقياس مألوف وشائع بيننا كثيرًا ما نعتمد عليه السوء الحظ في تقدير قيم الأشياء.

أقول لسوء الحظ لأن العقل البشري والنفس البشرية يدركان أن القوة ليست كل شيء وأن هنالك من المقاييس ما هو أقرب إلى الحقيقة من مقياس القوة الغشوم والواقع أن البحث في الذرة وتركيبها لم يكن الباعث عليه الرغبة في إستخدام القوة الكامنة فيها أو الإستفادة من الطاقة المدخرة بين ثناياها وإنما نشأ البحث في الذرة وتركيبها كما نشأ البحث في مختلف فروع العلم عن رغبة في إلى أعلا متناسب مع السرعة التي يقذف بها. وفي النصف الثاني من القرن السابع عشر فكر العالم الألماني لايبنتز في مقدرة الجسم على الحركة هذه ولكنه إرتأى فيها رأيًا

آخر فمن المعلوم أننا إذا قذفنا جسمًا في إتجاه رأسي إلى أعلا فإن أقصى إرتفاع يصل إليه يتناسب لا مع السرعة ذاتها ولكن مع مربعها فإذا تضاعفت السرعة ضرب الإرتفاع في أربعة وإذا ضربت السرعة في ثلاثة ضرب الإرتفاع في تسعة وهكذا، وقد إعتبر لايبنتز بناء على ذلك أن مقدرة الجسم على الحركة يجب أن تتناسب مع مربع السرعة وسمى هذه المقدرة على الحركة «بالقوة الحية».

وفي أوائل القرن الثامن عشر نشر كتاب كان قد وضعه العالم الهولندي هايجنز (١٦٢٩-١٦٩٥) وضمنه بحوثًا أجراها على تصادم الأجسام المرنة وقد ذكر هايجيز في كتابه أن «القوة الحية» هذه تنتقل من جسم إلى آخر عند التصادم بحيث يكتسب أحد الجسمين منها ما يفقده الآخر فكأنما هذه القوة الحية سلعة تباع وتشترى بين الأجسام.

طاقة الحركة وطاقة الجهد

وقد جاءت الأبحاث النظرية التي قام بها برنولي ولا جرانج وكريولي معززة لفكرة «القوة الحية» موجهة النظر إلى أهميتها وأطلق عليها إسم جديد أقرب إلى التفكير العلمي فسميت «طاقة الحركة» أي الطاقة أو المقدرة الناشئة عن الحركة وتعرف طاقة الحركة بأنها نصف حاصل ضرب كتلة الجسم في مربع سرعته. فالحجر الذي كتلته مائة جرام مثلًا وسرعته عشرة سنتيمترات في الثانية يقال إن له طاقة حركة تساوي خمسة آلاف إرجًا أي خمسة آلاف وحدة من وحدات الطاقة ويسمى هذا النوع من

الطاقة بطاقة الحركة تمييزًا له عن النوع الآخر الذي يعرف بطاقة الجهد أو طاقة الموضع. وطاقة الجهد تنسب إلى الجسم الساكن إذا كان موجودًا في موضع يسمح له ببذل الشغل فالحجر الموجود عند قمة جبل وإن كان ساكنًا إلا أن إرتفاع مكانه من شأنه أن يسمح له ببذل الشغل في هبوطه إلى مستوى سطح الأرض.

وأظهر مثال على ذلك مياه الشلالات أو الخزانات كخزان أسوان فإن وجود هذه المياه في أماكن مرتفعة يجعل لها نوع من الطاقة أو المقدرة على العمل المفيد كإدارة الآلات الكهربائية وتقاس طاقة الجهد لجسم معلوم بحاصل ضرب القوة التي تؤثر فيه في المسافة التي يقطعها في هبوطه من موضعه الممتاز إلى الموضع الطبيعي أو العادي له.

فكل جسم متحرك إذن هو مورد للعمل المفيد يصح أن يستغله الإنسان في إدارة آلاته وكذلك كل جسم يمكن أن يتحرك بسبب وجوده في مكان ممتاز هو أيضًا مورد للعمل المفيد وكلا النوعين من الأجسام له طاقة. فالأول له طاقة حركة ناشئة عن حركته الفعلية والثاني له طاقة جهد أو طاقة موضع ناشئة عن وضعه الممتاز وإمكان إكتسابه الحركة بالهبوط منه. وفي كلتا الحالين ترتبط الطاقة بحركة الأجسام أو بإمكان حدوث هذه الحركة ولذا تعرف بالطاقة الميكانيكية.

ونحن إذا تأملنا في الطبيعة التي تحيط بنا شاهدنا أمثلة عدة على وجود الطاقة الميكانيكية. فالمياه الجارية والرياح يمكن إستخدامها في إدارة الطواحين والطالبات ومياه الشلالات والخزانات مورد غني من موارد

الطاقة، ولعل القراء يذكرون مشروع منخفض القطارة بالصحراء الغربية، بل إن بعض العلماء قد فكر في الإستفادة من حركات مياه المد والجذر وإستغلال طاقتها لمنفعة البشر.

وفي أوائل القرن التاسع عشر بدأت فكرة الطاقة تتغلغل في العلوم الطبيعية وتتعدى مجرد الفكرة الميكانيكية ومن أهم الأبحاث التي ساعدت على ذلك ما قام به العالم العصامي جيمس جول (١٨١٨–١٨٨٩) من التجارب التي فتحت بابًا جديدًا للمشتغلين بالعلوم الطبيعية. فقد أثبت هذا العالم أن مقدار الحرارة التي تتولد من إحتكاك الأجسام تتناسب ومقدار الطاقة الميكانيكية التي تبذل في هذا الإحتكاك أي أن الطاقة الميكانيكية تتحول إلى طاقة حرارية كما بين أيضًا أن الحرارة التي تتولد في سلك رفيع بمرور تيار كهربائي فيه ترتبط ومقدار الطاقة الكهربائية التي تبذل، ومعنى ذلك أن الحرارة التي تشعر بها أجسامنا إن هي إلا نوع من أنواع الطاقة، وقد أدت أبحاث حول إلى نشوء فرع جديد من فروع المعرفة يعرف بعلم الديناميكا الحرارية فيه يبحث في حركات الجزئيات التي تتألف منها الأجسام وإرتباط ذلك بحرارتها.

ولم يأت آخر القرن التاسع عشر إلا وفكرة الطاقة قد إتصلت بجميع نواحي العلوم الطبيعية. فالكهربائية والمغنطيسية والصوت والضوء وسائر الأشعة غير المرئية صار ينظر إليها جميعًا كمظاهر مختلفة من مظاهر الطاقة بحيث أمكن أن يقال إنه لا شيء في الوجود الطبيعي إلا المادة والطاقة. ومما ساعد على تدعيم هذا الرأي ما وجد من أن الطاقة إذا تحولت من مظهر إلى

مظهر آخر كأن تتحول من كهربائية إلى حرارة مثلًا فإن ذلك يحدث بنسبة ثابتة. فنشأ المبدأ القائل بعدم إنعدام الطاقة أو بتحولها. فكما أن المادة لا تنعدم وإنما تتحول من مظهر إلى مظهر آخر فكذلك الطاقة لا تفنى وإنما تتكيف بكيفيات مختلفة. فإذا تصادم جسمان مثلًا كما حدث في تجارب هايجنز المشار إليها فيما سبق فإن الطاقة الميكانيكية تنتقل من أحدهما إلى الآخر كما ذكر هايجنز ولكن الحقيقة الكاملة أن جزءًا من الطاقة الميكانيكية يتحول إلى حرارة أو إلى صوت بحيث يبقى مبدأ بقاء الطاقة نافذًا.

تحول المادة إلى طاقة

ولا أريد أن أختم مقالي هذا دون الإشارة إلى بعض التطورات الحديثة في آرائنا عن الطاقة وعلاقتها بالمادة. فالرأي السائد هو أن مبدأ بقاء المادة وكذلك مبدأ بقاء الطاقة ليسا صحيحين على إطلاقهما، ولكن الصحيح هو أن مجموع الطاقة والمادة هو الثابت، أي أن المادة قد تتحول إلى طاقة أو الطاقة إلى مادة. فإذا إحترقت شمعة مثلًا فإن كمية المادة الناشئة عن إحتراقها لا تساوي كمية المادة الداخلة في الإحتراق تمامًا ولكنها تنقص عنها بمقدار ما يعادل الطاقة المفقودة في عملية الإحتراق على شكل حرارة وضوء إلخ والسبب في عدم العثور على هذا الفرق في معاملنا أنه ضئيل جدًا بحيث لا يمكن قياسه بأدق موازيننا الحساسة. وقد قدرت كمية الطاقة المخزونة في جرام واحد من الجليد بما يكفي التحريك قطار سريع بحيث يدور حول الأرض بضع دورات كاملة!!

الطاقة

الطاقة لفظ يستعمله العلماء بمعنى خاص يختلف عن معناه عند الأدباء وإن كأن بين المعنيين ارتباط والعلم من عادته أن يتطفل على لغة الأدباء في كل عصر وفي كل أمة، فيقتبس منها ما يراه ملائمًا لغرضه من الألفاظ والعبارات ثم هو يعمد إلى تحريفها عن موضعها فيكسبها معاني ومدلولات إصطلاحية أو تواضعية تحل في لغة العلم والعلماء محل المعاني الأصلية، وكذلك تتنكر الكلمات على أهلها ونحتاج إلى من يقدمها إليهم في زيها الجديد.

فالطاقة في لغتنا العادية معناها الوسع أو المقدور، يقال ليس ذلك في طاقتي أي ليس في إستطاعتي، وهي في الغالب تضاف إلى الإنسان فيقال طاقة البشر وطاقة فلان من الناس، أما في الإصطلاح العلمي فقد نشأت فكرة الطاقة مرتبطة بالحركة الميكانيكية للأجسام ثم تطورت وتغلغت في التفكير العلمي حتى صارت خاصية أساسية من خواص المادة وإرتبطت بالدراسات الطبيعية في سائر نواحيها حتى صار لها من الشأن والأهمية ما للمادة أو أكثر.

نشوء فكرة الطاقة

ويرجع التفكير في الطاقة إلى النصف الأول من القرن السابع عشر حين فكر الفيلسوف الفرنسي ديكارت فيما سماه مقدرة الجسم على

الحركة، فمن المعلوم أننا إذا قذفنا جسمًا (كحجر مثلًا) في إتجاه رأسي إلى أعلا فإن مقدرته على الإستمرار في الحركة إلى أعلا تتوقف على سرعته، فإذا زادت السرعة التي تقذفه بها زادت مقدرته على الإرتفاع وإذا نقصت السرعة نقصت. وكان ديكارت يعتبر هذه القدرة متناسبة مع سرعة الجسم فإذا تضاعفت السرعة مثلًا تضاعفت المقدرة ودلل على ذلك بما هو معلوم من أن زمن حركة الجسم الطبيعية يجمع بين العنصرين، عنصر السببية وعنصر الصدفة في آن واحد لنفرض أننا طرحنا قرشًا على مائدة فإن هذا القرش بعد أن يستقر إما أن يظهر منه وجهه أو أن يظهر منه خلفه. هذه حقيقة نعرفها جميعًا ونستخدمها في الفصل في بعض المسائل التي نحتكم فيها إلى الصدفة أو الحظ فتقول «الطرة أو الياظ» فإذا كررنا العملية ظهرت إحدى ناحيتي القرش وهكذا. فلنفرض أننا طرحنا القرش مائة مرة بغير أن نتعمد طرحه على إحدى ناحيتيه دون الأخرى أي بغير أن «نغش» في اللعب فأننا لا ننتظر أن تكون عدد مرات ظهور الوجه أكثر أو أقل بكثير من عدد مرات ظهور الخلف فإذا كررنا العملية ألف مرة أقترب عدد مرات ظهور الوجه من عدد مرات ظهور الخلف وهكذا كلما زدنا تكرار العملية تقارب العددان بحيث يصح القول أنهما متساويان. فنساوي هذين العددين في مجموع العمليات قاعدة أو قانون من القوانين ناشئ عن أننا تركنا الصدفة وحدها تتحكم في الأمر. هذا مثال بسيط يمكن الإنتقال منه إلى ما هو أكثر تعقيدًا كأن نقذف حجر النرد مثلا أو أن ندير مؤشرا على مائدة مقسمة إلى أقسام ذات ألوان مختلفة كما يحدث في لعبة «الروليت» وهكذا والبحث في «الإحتمالات»

المختلفة كما تسمى يقع في حساب علماء الرياضيات ويخصصون له طرائق وسبلًا تمكنهم من إيجاد القوانين التي تصلح لكل مسألة من المسائل. هذه القوانين هي ما تسمى بقوانين المصادفة وهي كما يرى القارئ تجمع بين عنصر الصدفة التامة وعنصر السببية أو وجود القانون المنظم، وتعتمد جميع شركات التأمين في الأمصار المختلفة على قوانين الصدفة هذه في حساب دفعات التأمين التي تتطلبها من زبائنها.

هل توجد في الطبيعة قوانين ناشئة عن الصدفة؟ الجواب ولا شك بالإيجاب فقانون بويل وماريوت المشهور للغازات هو قانون من قوانين الصدفة، هذا القانون كما يذكر القارئ ينص على أن حاصل ضرب الحجم في الضغط لكمية معلومة من الغاز ثابت فكلما زدنا الحجم قل الضغط وكلما زدنا الضغط قل الحجم والغاز كما هو معلوم مؤلف من عدد عظيم من الجزئيات في إضطراب مستمر. ومن الممكن البرهنة على أن قانون بويل وماريوت إن هو إلا نتيجة لازمة لتحكم الصدفة تحكمًا تامًا في حركات هذه الجزئيات. هذه البرهنة تحتاج إلى تفكير رياضي لا أريد أن أخوض بالقارئ فيه ولكني أؤكد له بل أقسم له على صحة ما أقول. فالإنتظام الظاهري في مجموع هذا العدد العظيم من الجزئيات – أو بعبارة أخرى في الغاز كما نعرفه – هو نتيجة لإنعدام النظام في حركة كل جزئ على حدة كما أن قاعدة تساوي الطرة أو الياظ، في عدد كبير من عمليات طرح القرش هو نتيجة لإنعدام أية قاعدة في العملية الواحدة وهنا ينتقل بنا البحث بطريقة طبيعية إلى حركة الجزيء الواحد. إن القرن الماضي قد

شجعنا على الإعتقاد بأن جزيئات المادة وجواهرها الأساسية التي تتألف منها يجب أن يكون لها قوانين تنظم حركتها فهل هدانا القرن الحالي إلى مثل هذه القوانين وهل زاد يقيننا بوجودها؟ الجواب حتى اليوم بالنفي. فإن كانت هناك قوانين فإنها هي أيضًا من نوع الإحتمالات. وقد أنقضى العهد الذي كنا نعتقد فيه أن معرفة حركات الجزئيات المادية في لحظة معينة تمكننا من التنبؤ بمصير العالم بأسره. هذا النوع من السببية المطلقة غريب على التفكير العلمي الحديث. وليس معنى هذا أن العلم الحديث ينكر السببية بل هو يسلم بها ثم يفسرها كنتيجة لغيرها لا كبديهة من البديهيات الأولية. وكأني بزهير أبن أبي سلمى وقد أصاب كبد الحقيقة. ومن يدري لعله أصابها خبط عشواء؟!

القوانين الطبيعية والمصادفة

من المسائل التي تشغل بال العلماء في العصر الحاضر تفهم المدلول الحقيقي للقوانين الطبيعية وإرتباطها بما نسميه السببية أو علاقة العلة بالمعلول. هل القوانين الطبيعية هي بمثابة تشريع يفرض على الطبيعة طاعته؟ وهل معناها وجود تنظيم خاص للكائنات بحيث لا يكون لمجرد الصدفة أي أثر في تطورها؟ إن خبرتنا العادية تدلنا على وجود السببية كحقيقة واقعة فكثير من الحوادث يمكن إرجاعه إلى أسباب ثابتة بحيث إذا تكررت الأسباب تكررت نتائجها بطريقة منتظمة إلا أن خبرتنا تدلنا أيضًا على وجود عنصر المصادفة في حياتنا وفيما يحيط بنا من الحوادث فهل الكون هو في الواقع ونفس الأمر ذلك

الشيء المرتبط الأجزاء ليس فيه إلا أسباب ومسببات؟ والمصادفة إن هي إلا جهلنا بالأسباب الحقيقية فنحمل على المصادفة ما نعجز عن تعليله كما فعل العربي حين قال:

رأيت المنايا خبط عشواء من تصب... تمته ومن تخطئ يعمَّر فيهرم أم إن شاعرنا حين نتحدث عن خبط العشواء قد عبر عن معنى عميق من معاني الحقيقة ونفذت بصيرته إلى ما وراء المظهر الخارجي للحوادث؟ لو أن هذا السؤال طرح على علماء القرن الماضي لما حدث إختلاف جدي بينهم في الإجابة عليه. بل إنني لأشك في أن سؤالًا كهذا كان من الممكن أن يخطر العالم من علماء ذلك الوقت... نعم إن الفلاسفة كانوا ولا يزالون يجدون محلًا لبحثه أما علماء القرن الماضي فقد كان إيمانهم بالسببية متغلبًا على تفكيرهم بحيث كانوا يرون القول بعموميتها من البديهيات. وقبل أن أتعرض للإجابة على السؤال أريد أن أتحدث إلى القارئ في شيء من التبسط عن نوع من القوانين المعرفة نشأ عن أن العقل البشري يميل بطبعه إلى دراسة الطبيعة وتفهم أسرارها، يميل إلى دراسة الكون والتعرف على خفاياه وما أستغلق من أمره. ففي الفلسفة الإغريقية القديمة نجد طاليس الذي عاش في ميليتوس حوالي سنة ٦٠٠ قبل الميلاد يتكلم عن ضرورة وجود وحدة أساسية أو جوهر أولي تتألف منه المواد كما نجد لوسيبوس وديبو كريتوس ولو كريتيوس يتكلمون عن ذرات تتركب منها المواد المختلفة ويبحثون في إختلاف هذه الذرات وتشابهها. وفي العصر العربي نجد الفلاسفة والمتكلمين يبحثون في منطقية الجوهر الفرد والجزء الذي لا

يتجزأ. كل هذه الأبحاث قد نشأت عن رغبة الإنسان في تفهم ما يحيط به من الظواهر الطبيعية وفي أن يدرك كنه هذه الظواهر إدراكًا صحيحًا.

وقد ظل البحث في الذرات وخواصها فرعًا من فروع الفلسفة الكلامية لا يكاد يتصل بالتجربة العملية بسبب حتى النصف الأول من القرن التاسع عشر ففي ذلك العصر تقدمت دراسة الكيمياء تقدمًا كبيرًا وإزداد البحث والتنقيب وأجهدت القرائح فقام العالم الإنجليزي جون دالتون بإحياء رأي الأقدمين في وجود الذرة ودلل على صحة هذا الرأي بنتائج التجربة في التفاعلات الكيميائية ونشأت فكرة الجزيء الذي هو عبارة عن جملة ذرات مجتمعة معًا فوضع علم الكيمياء على أساس منطقي مقبول.

وقد قسم دالتون وأتباعه المواد التي نعرفها جميعًا إلى قسمين وهما العناصر والمركبات وجعلها تتألف من ذرات العناصر مجتمعة على هيئة جزئيات، فالماء مثلًا وهو أحد المركبات مؤلف من جزئيات الماء وكل جزىء من جزئيات الماء مؤلف من ذرتين من ذرات عنصر الأيدروجين وذرة من ذرات عنصر الأوكسيجين والأوكسيجين الذي هو أحد العناصر مؤلف كذلك من جزئيات إلا أن كل جزيء في هذه الحالة إنما يتألف من ذرتين متشابهتين من ذرات عنصر الأوكسيجين بهذه الطريقة تمكن دالتون وأتباعه من إرجاع جميع المواد التي كانت معروفة عندئذ إلى نيف وسبعين عنصرًا لكل واحد منها ذرة خاصة أي أن العالم المادي بأسره قد أمكن تصوره على أنه مبنى من نيف وسبعين نوعًا من أنواع الذرات ينشأ عن

إختلاف الصور التي تأتلف بها إختلاف مظاهر المواد وخصائصها.

وإلى أواخر القرن الماضي كانت هذه الآراء تعرف بالفرض الذري أو بالنظرية الذرية على إعتبار أنها نظرية علمية تفرضها علينا الحقائق التي نعرفها عن التفاعلات الكيميائية وتتفق مع هذه الحقائق. ومن سوء الحظ أن كلمة أتوموس الإغريقية التي أشتق منها أسم الذرة في معظم اللغات الحديثة معناها الحرفي ما لا يقبل التجزئة لذلك كان من الفكر الشائعة في الأذهان أن الذرة لا تقبل التجزئة بعكس الجزيء الذي يقبل التجزئة إلى ذرات.

وفي أواخر القرن الماضي وأوائل القرن الحالي حدث تطور عنيف في العلوم الطبيعية أدى إلى أمرين جوهريين. الأمر الأول أن الذرات قد أمكن مشاهدتها واحدة واحدة بل وأخذ صور فوتوغرافية لها وبذلك تحول الكلام عن الذرات من مجرد فرض أو نظرية علمية إلى حقيقة واقعة أي أن كل شك في وجود الذرة كوحدة مستقلة قد زال وصارت الذرة شيئًا خاضعًا للمشاهدة المباشرة له وجود خارجي، والأمر الثاني وهو الأعظم أن الذرة التي كان يظن أنها غير قابلة للتجزئة قد ثبت أنها تتجزأ فبعض الذرات ينفجر من تلقاء ذاته كذرات الراديوم واليورانيوم وغيرها من العناصر ذات النشاط الإشعاعي والبعض الآخر يمكن تحطيمه أو تهشيمه بوسائل خاصة ويرجع الفضل في هذا التقدم إلى بيكيريل وكوري ومدام كوري وأتباعهم في فرنسا وإلى تومسون ورذر فورد وأتباعهما في إنجلترا. وبذلك تفتح أمام البشر عالم جديد هو عالم داخل الذرة ذلك العالم الذي ظل مغلقًا مستعصيًا إلى عهدنا الحالي. ونشأ بحث بل نشأت مباحث عدة عن تركيب الذرة.

مم تتألف الذرة؟ وهل الذرات المختلفة تتألف من وحدات متشابهة وما عدد هذه الوحدات وكيف تجتمع معًا؟

قد دلت التجارب العملية على أن كل ذرة تتألف من جزء مركزي يسمى النواة يحتوي على معظم وزن الذرة يحيط به عدد من الجسيمات الخفيفة المكهربة تعرف بالإلكترونات ويختلف عدد هذه الإلكترونات كما يختلف وزن النواة بإختلاف العنصر فنواة الهيليوم مثلًا وزنها أربعة أمثال وزن نواة الأيدروجين. كما أن عدد الإلكترونات الخارجية في الهيليوم أثنان أما في الإيدروجين فواحد.

والنواة مم تتألف؟ إنها تتألف من جسيمات بعضها مكهرب كالإلكترونات والبروتونات وبعضها غير مكهرب كالنيوترونات. وقد كان يظن إلى أمد قريب أن الإلكترونات الخارجية تدور في مسارات حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس إلا أن هذا الرأي قد تسرب إليه الشك في السنين الأخير وإن من أمتع البحوث في العلوم الطبيعية الحديثة البحث في هذا العالم الداخلي للذرة! في قوانينه ونظامه وإتصاله بالإشعاع الصادر عن الذرة وكيف أن النور ينشأ عن حركات هذا العالم طبقًا لقوانين ومعادلات أشبه شيء بالطلاسم السحرية كل هذه الأبحاث تشغل عقول العلماء والمفكرين في أقطار المعمورة، وقد أدت هذه الأبحاث إلى نتائج مدهشة كان لها أثرها من تطور المدنية وما صمامات أجهزة الراديو التي نستخدمها إلا ثمرة من ثمرات البحث في تركيب الذرة.

ذكرت أن الذرة جسم صغير. ولكن إلى أي حد هو صغير، لنفرض

أننا قسمنا جرامًا من المادة إلى ألف جزء كل جزء يكون وزنه ؟؟ من الجرام أو ما يعرف بالملليجرام ثم لنفرض أننا إستمررنا في عملية التقسيم إلى ألف جزء فقسمنا المليجرام إلى ألف جزء ثم قسمنا كل جزء من هذه الأجزاء إلى ألف جزء وهكذا فمتى نصل إلى الذرة! الجواب أن علينا أن نكرر هذه العملية ٨ مرات قبل أن نصل إلى الذرة.

أو بعبارة أخرى أن وزن الذرة يمكن أن يقارن بجزء من مليون مليون مليون مليون جزء الجرام. أقول يمكن أن يقارن لأن ذرات العناصر المختلفة تتفاوت في الوزن فبعضها أخف من بعض. وأخف الذرات التي نعرفها ذرة الإيدروجين ويبلغ وزنها ١,٦٦٢ من المرات. هذا الجزء الذي ذكرته الذي هو جزء من مليون مليون مليون مليون جزء من الجرام. وإذا أتخذنا ذرة الأيدروجين وحدة للقياس فإن ذرات العناصر تتفاوت في وزنها فذرة الحديد مثلًا وزنها نحو ٥٦ مرة وزن ذرة الإيدروجين وذرة النحاس نحو ٦٣؟؟ مرة وذرة الذهب نحو ١٩٧ مرة وذرة الزئبق نحو ٢٠٠ مرة. وأثقل الذرات التي نعرضها ذرة اليورانيوم ويساوي وزنها نحو ٢٣٨ مرة وزن ذرة الإيدروجين وقد عثر أخيرًا على عنصر وزن ذرته أكثر من ذلك ولم يبت في أمره تمامًا إلى الآن.

ومن النظريات التي كان ولا يزال لها أهمية عظمى في البحث عن تركيب الذرة نظرية تعرف بنظرية الكم أو نظرية وحدة الكمية ويقترن أسمها بإسم ماكس بلانك العالم الألماني وبأسماء نيلز بوهر العالم الدانماركي ودي برولي الفرنسي وديراك الإنجليزي وتتميز هذه النظرية في مراحلها المختلفة

بإفتراض وجود حالات خاصة للذرة تعرف بحالات السكون أو الثبات ويقترن الإشعاع بإنتقال الذرة من حالة إلى أخرى من هذه الحالات كما أن الإشعاع يكون بقدر معلوم أو بكم معلوم ومن ذلك نشأ أسم النظرية.

هذه النظرية قد أحدثت شبه إنقلاب لا في مباحث تركيب الذرة فحسب بل في دائرة أوسع من ذلك كثيرًا. تكاد تشمل العلوم الطبيعية والكيميائية بأسرها. بل لقد تعدى الإنقلاب دائرة العلوم التجريبية إلى المباحث الفلسفية فنشأت طائفة من الآراء والمباحث الفلسفية كان لها خطرها في تطور العلوم الفلسفية ذاتها. فمن ذلك أن مبدأ السببية ذلك المبدأ الذي يفترض إرتباط العلة بالمعلول إرتباطًا ثابتًا والذي كان لتطبيقه أثر واضح في نهضة العلوم الحديثة هذا المبدأ قد تطرق إليه الشك فبدأ العلماء يتكلمون بلغة الإحتمال بدلًا من لغة الجزم والتوكيد التي كانت متغلبة في القرن الماضي. وهكذا عاد بنا البحث عن تركيب الذرة إلى حيث بدأ. أي إلى الناحية المنطقية الشكلية.

وليس معنى هذا أن البحث في تركيب الذرة قد أصبح ضربًا من ضروب الكلام بل بالعكس لم يكن العلم في وقت ما أكثر إتصالًا بالحقيقة الواقعة ولا أكثر إنتصارًا في ميدان التطبيق العملي ميدان الكشف والإختراع مما هو اليوم بل أنه لم يعد من الممكن لمهندس كهربائي ولا لمهندس عادي أن يستغنى عن معرفة الذرة وتركيبها.

سياحة في فضاء العالمين

لست أقصد من هذا المقال أن أشعر القارئ بصغر شأنه. أما أن بعض القارئين سيشعرون فعلًا بضآلتهم فهذا قد يكون راجعًا إلى تعوده الحكم على الأشياء بعظم أحجامها وكبر أبعادها. وفي الواقع قد يكون أقرب إلى غرضي أن أدخل على نفس القارئ شيئًا من السرور وأروح عنه من نصب الحياة على هذه البسيطة وأي شيء أبهج أو أروح للنفس من السياحة إذا كان الغرض منها النزهة والإطلاع على ما إحتواه الكون من كل بديع وجميل.

ولما كانت سياحتنا ستقتضي قطع مسافات شاسعة فقد أعددت للقارئ حيلة عجيبة الشأن تمكننا من وجوب كل ما بعد من الأرض وأتسع من فضاء الكون ذلك أننا سنمتطي شعاعًا من النور نوجهه حيث شئنا فيحملنا في طريقنا بسرعة مقدارها ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية وهي سرعة لا بأس بها إذا لاحظنا أن أكبر سرعة وصل إليها البشر إلى الآن بآلاتهم الطائرة لم تصل إلى سدس الميل الواحد في الثانية.

إلا أن القارئ يجب أن يعلم أن سياحتنا هذه تستغرق بضع مئات الملايين من السنين ولذلك وجب عليه إما أن يطيل أجله إلى هذا الحد أو أن يكون مستعدًا للإستمرار في السياحة بروحه بعد أن تفارق الجسد، كما أن عليه عدا هذا أن يذلل لنفسه جميع الصعوبات التي قد تخطر الآن أو فيما بعد والتي قد تقوم في سبيله بتوفير القوت والوقاية من حرارة الشمس

وسائر النجوم التي سنزورها وما إلى ذلك، ولنبدأ الآن في رحلتنا.

ففي الجزء الأول من سياحتنا سنصرف سحابة يوم في تفقد مجموعتنا الشمسية فرحلتنا من هنا إلى الشمس لا تستغرق إلا نحو ثماني دقائق ومن الشمس تستطيع أن نرى المجموعة الشمسية بأسرها مؤلفة من الكواكب التسعة الكبرى وهي عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشترى وزحل ويورانوس ونبتون وبلوتو مرتبة حسب أبعادها عن الشمس وسنرى كل واحد منها يدور حول الشمس ومعه أقماره أو توابعه في فلك على شكل قطع ناقص مستدير تقريبًا كما أننا سنرى الكواكب الصغرى وعددها أكثر من الألفين منتشرة بين فلكي المشتري وزحل. وسنرى أيضًا المذنبات وكل منها يدور في فلك إهليلجي

ونحن نستطيع أن نمتطي شعاعنا ونزور كل كوكب على حدة حتى نصل إلى نبتون. أما إذا قمنا من الشمس إلى نبتون رأسًا فإننا نصله في نحو الأربع ساعات وربع الساعة. وأنا أشعر أن القارئ يريد أن يصرف شيئًا من الوقت في تفقد كل كوكب على حدة إلا أن الوقت قصير ولا بد لنا من مفارقة المجموعة الشمسية لكي نكون فكرة عامة عن العالم الذي إن هي إلا قطرة فيه ثم عن العوالم الأخرى. فلنذهب إذن من المجموعة الشمسية إلى أقرب نجم إليها وهو المسمى ألفًا في برج قنطورس. سنصل إلى هذا النجم في أربع سنين ومن هذا النجم تظهر لنا المجموعة الشمسية بأسرها كنقطة صغيرة في الفضاء وسنستمر نزور النجوم المختلفة فنقطع ما بين النجم والذي يليه في بضع سنين حتى نصل إلى حدود العالم الأدنى أي

العالم الذي شمسنا أحد نجومه فإذا خرجنا عن هذا العالم وسرنا بضع آلاف السنين ثم نظرنا وراءنا وجدنا هذا العالم مكونًا من جم غفير من النجوم على شكل (مبطط) يشبه الرغيف أو الساعة ووجدنا الشمس واحدة من هذه النجوم قريبة من مركز الرغيف. هذا العالم هو الذي يسمى بالعالم المجري.

وإذا نحن عدنا إليه بعد أن عرفنا شكله وأردنا أن نعبره من أقصاه إلى أقصاه أستغرق هذا العبور منا حوالي مائة ألف سنة وربما أستغرق عشرة أمثال هذا الزمن.

ولنرحل عن العالم المجري فننتقل إلى أحد السدم اللا مجرية فنصل إليه في بضع ملايين السنين ثم لننظر من هذا السديم إلى العالم المجري فنجد مظهره كسحابة صغيرة في سمائنا يشبه ما تظهر عليه السدم إذا ما نظرنا إليها من الأرض.

فالأرض التي نعيش عليها يمكن إعتبارها نقطة تافهة في المجموعة الشمسية التي يبلغ أكبر قطر فيها بضع ساعات ضوئية ثم إن المجموعة الشمسية بأسرها يمكن إعتبارها نقطة تافهة في العالم المجري الذي قد يبلغ أكبر قطر فيه حوالي نصف مليون سنة ضوئية ثم إن العالم المجري بأسره إن هو إلا أحد مئات الألوف من العوالم المنفرقة في الفضاء الذي لا نعلم له إلى الآن حدًا ولانهاية.

السدم

السديم في الأصل الضباب أو السحاب الرقيق وقد أطلق على طائفة من الأجرام السماوية تشبه السحب الخفيفة في مظهرها لنا خلال المناظير. وأول من شاهد أجرامًا من هذا النوع إلى حد علمنا المنجم الفارسي المشهور عبد الرحمن الصوفي في أواسط القرن العاشر فقد شاهد ما يعرف اليوم بالسديم الأكبر في برج أندروميدا وأنتقل علمه هذا إلى الأسبان والهولنديين فنجد موضع هذا السديم مدلولًا عليه بجملة نقط متقاربة في الخرائط السماوية الأسبانية والهولندية في القرنين الرابع عشر والخامس عشر، إلا أن إكتشاف الصوفي هذا لم يكن معروفًا في أوروبا إلا إلى حد يسير ولذلك قام سيمون مريوس بإكتشاف السديم نفسه مرة أخرى عام ١٦١٢ ووصف مظهره بأنه يشبه ضوء شمعة خلال قطعة من عظم القرن. وأول ذكر للسديم الأكبر في برج الجبار نجده في كتابات راهب جزوبتي سويسري أسمه كيساتوس عام ١٦١٨ وقد وصف هايجنز هذا السديم عام ١٦٥٦ بأنه يشبه فجوة في السماء تسمح لنا برؤية منطقة منيرة وراءه.

أما غير هذين من السدم فلم يتمكن من رؤيتها إلا بإستعمال المناظير الفلكية وأول جدول رتبت فيه السدم وضعه «مسييه» الفلكي الفرنسي عام ١٧٨١ مستعينًا بمنظار قطره ٢؟؟ بوصة وقد إحتوى جدول مسبيه على ١٠٣ من الأجرام لا تزال تعرف بالأعداد التي وضعها لها

مسبوقة بالحرف (**M**) رمزًا على أسم الفلكي.

وكان مسبيه مغرمًا بالبحث عن المذنبات فوجد أن السدم مضايقة له في بحثه فتخلص من هذه المضايقة بأن عين مواضعها ورتبها!

إلا أن هذه الأبحاث تضاءلت أمام ما قام به وليم هرشل من ذرع السماء بمنظاره ففي عام ١٧٨٦ قدم هرشل إلى الجمعية الملكية قائمة وصفية إحتوت نحو ألف سديم وأعقبها بعد ذلك بثلاث سنوات قائمة أخرى إحتوت مثل هذا العدد ثم أضاف ثالثة عام ١٨٠٢ ضمنها خمسمائة سديم أخرى.

ولمرصد حلوان بعض الفضل في علمنا بمواضع السدم فقد صرف المستر نكص شو الذي كان مديرًا لمرصد حلوان حتى عام ١٩٢٤ جهدًا كبيرًا في تعيين مواضع السدم التي لم يسبق ضبط مواضعها وقفي على أثره في ذلك الدكتور مدور القائم على المرصد الآن.

وقد تغير رأي هرشل في كنه السدم أثناء حياته فقد ظنها في أول الأمر شراذم من النجوم المتكاثفة إلا أنه عاد فوصفها بأنها لا تقل عن مجاميع نجمية كاملة قد يفوق بعضها عالمنا المجري[1] في العظمة والزهاء. وتنبأ هرشل بأننا إذا بحثنا في كنه هذه السدم فإننا سنجده يختلف إختلافًا بينًا عن كنه النجوم.

---

[1] نسبة إلى نهر المجرة (وأسمه في العامية سكة التبان) وهو مجموعة من النجوم المتكاثفة تظهر لنا في عرض السماء نهر مضيء. والعالم المجري مؤلف من المجموعة الشمسية وسائر نجوم نهر المجرة.

وقد تحققت نبوءة هرشل هذه عام ١٨٦٤ حين حلل وليم هجنز أطياف السدم فوجدها تختلف إختلافًا بينًا عن أطياف سائر النجوم وتدل دلالة واضحة على أن ثلث عدد السدم على الأقل من مادة غازية متخلخلة.

وقد تقدم البحث في طبائع السدم تقدمًا كبيرًا عندما بدئ في إستعمال طريقة التصوير الفوتوغرافي في الأرصاد الفلكية ففي عام ١٨٨٠ نجح هنري دربير في الحصول على أول صورة فوتوغرافية للسديم الأكبر في برج الجبار ثم إن ومون وروبرتس حصلا على صورة ظاهر فيها النظام اللولبي للسديم الأكبر في برج إندروميدا بأن عرضا لوحًا فوتوغرافيًا لمدة بضع ساعات أمام منظار عاكس قطره عشرون بوصة. ويبلغ عدد السدم التي يمكن تصويرها بوساطة أحدث المنظارات اليوم في أنحاء السماء نحو المليون.

وتنقسم بوجه عام إلى قسمين: مجرية ولا مجرية وذلك على حسب قربها أو بعدها عن العالم المجري.

والرأي السائد أن السدم اللا مجرية تمثل عالمين في درجات متقاربة من أدوار تطورها. وقد سميت هذه العوالم بالجزر العالمية. وبناء على هذا الرأي يكون هناك مئات الألوف من هذه الجزر العالمية متباعدة الواحدة عن الأخرى بما يقدر بملايين السنين الضوئية وقد قدر شابلي قطر السديم الأكبر في برج إندروميدا بمقدار ٤٥٠٠٠ سنة ضوئية وقدر قطر السديم المرموز له بالرمز (M ٣٣) بحوالى ١٥٠٠٠ سنة ضوئية وهذه الأبعاد

وإن كانت تقل عن قطر عالمنا المجري إلا أنها كبيرة كبرًا كافيًا بحيث تسمح لنا بإعتبار هذه السدم عوالم مستقلة.

حرب الأثير

من الألفاظ ما تألفه الأذن وبتحرك به اللسان والقلم دون أن نعني بمعرفة مدلوله. مثل هذه الألفاظ يرد في عباراتنا العادية فتفهم الغرض منه إجمالا وندرك – أو نتصور أننا ندرك – ما يراد به بدرجة تمكننا من متابعة ما يقال أو يكتب بل إننا لنستخدم هذه العبارات أنفسنا بغير أن نتكلف كبير عناء في البحث والإستقصاء وراء منشئها أو حقيقة أمرها. من هذه الألفاظ لفظ الأثير كلنا قد سمع بأمواج الأثير تلك الأمواج التي هي أداة الوصل بين كل مذيع وكل مستمع في كل إذاعة لاسلكية. ونحن نتكلم عن أطوال هذه الأمواج فقول إن المحطة الرئيسية للقاهرة تذيع على موجة طولها ٤٨٣,٩ مترًا ونفرق بين الأمواج القصيرة والأمواج المتوسطة الطول والأمواج الطويلة. والأثير ينقل هذه الأمواج المختلفة في الإتجاهات المختلفة فإذا ما ضبطنا جهاز الإستماع لإستقبال موجة خاصة سمعنا ما يذاع على هذه الموجة من أحاديث أو أخبار أو موسيقى أو ما إليها. كل هذه عبارات مألوفه يرد فيها ذكر الأثير وأمواج الأثير ولكن ما هو الأثير ولماذا نتكلم عن حدوث أمواج فيه؟

إن كلمة الأثير من أصل إغريقي كانت تطلق على ما يعلو الهواء الأرضي من جو صاف شفاف وكان القدماء يتصورنه على أنه نوع من

الهواء اللطيف لا يكاد يكون له قوام مادي لتناهيه في اللطافة وبقي هذا مفهوم الكلمة حتى أواخر القرن السابع عشر عندما ظهر الرأي القائل بأن التور عبارة عن تموجات. وقد كان الرأي السائد قبل ذلك الوقت في ماهية النور أنه عبارة عن جسيمات صغيرة خفيفة تنبعث من الجسم المضيء على سموت خطوط مستقيمة فإذا إنعكست عن المرئيات إلى العين حدث الإبصار. أما القول بأن النور تموجات فلم يكن له ما يبرره فيما كان معروفًا من خصائص النور حتى ذلك العصر. فلما تقدم العلم بخصائص الضوء ووجد أن له صفات الحركات النموجية رجع القول بأنه عبارة عن تموجات. وقد كان السير إيزاك نيوتن الشهير بآرائه في الجاذبية من أكبر المعارضين للقول بالتموجات والمدافعين عن القول بالجسيمات الضوئية وكان لنفوذه العلمي أثره المحسوس في تأخير التسليم برأي أصحاب التموجات قرنًا كاملًا. وفي القرن التاسع عشر شاع القول بالتموجات أو شاعت النظرية التموجية للضوء كما تسمى في عرفنا الحديث وصارت الأساس المعتمد عليه في دراسة علم الضوء.

وفي القرن التاسع عشر كذلك تقدمت دراسة فرع آخر من فروع علم الطبيعة. وهو فرع الكهرباء. وقد أدى هذا التقدم إلى معرفة نوع مستحدث من التموجات وهو التموجات الكهربائية تنتقل من مكان إلى آخر كما تنتقل التموجات الضوئية من مكان إلى آخر. هذه التموجات الكهربائية هي التي أتقنا إستخدامها في القرن الحالي وصارت أداة الإذاعة اللاسلكية. ومن المهم أن يكون واضحًا في الأذهان أن هذه الأمواج

الضوئية وتلك الأمواج الكهربائية ليست أمواجًا في الهواء فالهواء ليس هو بالشيء المتموج في أي الحالين بل سواء أوجد الهواء أم لم يوجد فإن الأمواج الضوئية والأمواج الكهربائية تتنقل من مكان إلى آخر بل أكثر من هذا أن وجود الهواء أو أي نوع آخر من المادة يعوق تقدم هذه الأمواج وينقص من سرعتها وإذن فكيف تنتقل هذه الأمواج وما هو الشيء المتموج؟ إن «تموج» فعل يحتاج إلى فاعل أو هو مسند يحتاج إلى وما يسند إليه. هذا الفاعل للفعل «تموج» أو هذا الشيء الذي يسند إليه التموج هو ما أصطلح العلماء في العرف الحديث على تسميته بالأثير. فالأثير إذن ليس بالشيء المادي كما أنه ليس ضوءًا ولا هو كهرباء بل هو شيء غير هذه جميعًا وأبسط من هذه جميعًا نتصور وجوده في كل مكان ونفترض حلوله بين ثنايا المادة وفي أعماق الفضاء ونحن نتصور هذا التصور ونفترض هذا الإفتراض لعجزنا عن تصور أمواج تحل في لا شيء وتنتقل في لا شيء ولست أريد أن أخوض بالقارئ في نظريات الأثير وفلسفة الأثير بل يكفيني هذا القدر من شرح مفهوم اللفظ دون تعرض لمدلوله.

عندما بدأ الناس يستخدمون أمواج الأثير في نقل رسالاتهم في أوائل القرن الحالي كانت هذه الرسالات عبارة عن إشارات إصطلاحية تدل كل إشارة منها على حرف من الحروف الأبجدية وكان هذا التراسل اللاسلكي محدود القدر والمدى ولم يكد يمضي عقدان على بداية القرن حتى صار في المقدور إذاعة الكلام والموسيقى فكثرت هذه الإذعات وتعددت وأزدحم الأثير بأمواجها فنشأت الحاجة إلى تنظيم الأمور حتى لا تختلط هذه

الأمواج فيطغى بعضها على بعض. وقد عقدت مؤتمرات دولية كان آخرها المؤتمر الذي عقد بالقاهرة سنة **١٩٣٨** بغرض التفاهم على أسس مقبولة تتقي بها كل إذاعة شر غيرها من الإذاعات ولا شك في إن العقل والمنطق يقضيان بالتفاهم على مثل هذه الأسس لفائدة الأمم جميعًا إلا أن العقل والمنطق لم يعودا يحكمان في مثل هذه الأمور فبدلًا من أن تتفق الدول على قواعد تحميها جميعًا وتنفعها جميعًا في تنظيم إذاعاتها رأي بعض الدول في الأثير مجالًا فسيحًا لنوع جديد من التطاحن وأخذت الدول العظمى تعد العدة للحرب في هذا الميدان الجديد ميدان الأثير، وهكذا صار الحرب في البر وعلى سطح البحر وفي جوف البحار وفي الهواء وفي الأثير.

ولكي نفهم هذا النوع المستحدث من الحروب يجدر بنا أن نتعرف على طريقة من طرق الإذاعة توجه فيها أمواج الأثير وجهة معينة أو تصوب فيها صوبًا خاصًا فكما أن الضوء يمكن أن يجمّع في شعاع قوي يوجه وجهة معينة كما يحدث في الأنوار الكشافة كذلك الأمواج الكهربائية في الأثير يمكن بطرق خاصة أن تسلط على ناحية معينة دون غيرها. وأنسب الأمواج لهذا الغرض هي الأمواج القصيرة. وتستخدم هذه الطريقة في الإذاعات عندما يراد أن يستمع إليها في ناحية مدينة من المعمورة. والقارئ ولا شك خبير بالإذاعات القصيرة الموجة التي توجه إلينا من البلاد الأروبية والتي يذاع بعضها باللغة العربية. وكل إذاعة من هذه الإذاعات لها بطبيعة الحال موجة ذات طول خاص. هذه الأشعة المسلطة هي الأسلحة الرئيسية التي تستخدم في حرب الأثير. وأمضى هذه الأسلحة أنفذها

وأقواها. فالمحطة التي يراد أن يكون صوتها مسموعًا تجهز بأجهزة ذات قدرة كهربائية عالية فتخترق أشعتها الأثير وتصل إلى أجهزة الإستقبال قوية واضحة فتنقل إلى المستمع ما يراد نقله إليه من أخبار أو دعاية أو ما إليها، وقد تصل قوة هذه الأشعة المسلطة إلى حد يمكن به التأثير في الإذاعات المحلية والتشويش عليها. ومن الطرائق التي نتبع في حرب الأثير طريقة التشويش المتعمد وهي طريقة تستخدمها محطة إذاعة لإفساد إذاعة معادية وذلك بإحداث ضوضاء وإذاعتها على موجة طولها هو نفس طول موجة المحطة المعادية موجهة إلى نفس البقعة من الأرض. فإذا ضبط جهاز الإستقبال للإستماع إلى إذاعة المحطة سمعت جلبة تشبه مزيجًا من العويل والصفير تغطي على صوت المحطة.

إن التشويش المتعمد سلاح ذو حدين فالمحطة التي تعتدي عليها بمثل ما إعتدت على غيرها.

هذا قليل من كثير مما يمكن أن يقال عن حرب الأثير تعمدت فيه أن أتجنب الخوض في التفاصيل الفنية مخافة أن تشوش على القارئ الفكرة الرئيسية فلعلى أكون قد وفقت إلى ما أردت والسلام.

محمد بن موسى الخوارزمي
وأثره في علم الجبر

إن عناية الأمم بتراثها العلمي ونشرها له وحرصها عليه لمن أول الواجبات. فهذا التراث هو بمثابة الغذاء الروحي لعلماء الأمة ومفكريها وسائر المتعلمين فيها. ولعلنا نحن المصريين أغنى الأمم تراثًا، فقد تعاقب علينا حضارات مختلفة منذ فجر التاريخ إلى اليوم وفي كل دور من هذه الأدوار قمنا بقسط وافر من واجبنا العلمي نحو الأسرة البشرية. وأقرب هذه الحضارات إلينا وأعمقها أثرًا فينا هي ولا شك الحضارة العربية.

ورد في كتاب الفهرست لأبن النديم (الذي تم تأليفه سنه ٩٨٧ ميلادية) طبعة القاهرة ص ٣٨٤ ما يأتي:

[الخوارزمي وأسمه محمد بن موسى وأصله من خوارزم وكان منقطعًا إلى خزانة الحكمة للمأمون وهو من أصحاب علوم الهيئة. وكان الناس قبل الرصد وبعده يعولون على زيجيه الأول والثاني ويعرفان بالسند هند. وله من الكتب كتاب الزيج نسختان أولى وثانية، وكتاب الرخامة، وكتاب العمل بالأسطرلابات، وكتاب عمل الإسطرلاب وكتاب التاريخ].

ولا يعلم على وجه التحقيق تاريخ ولادة الخوارزمي ولا تاريخ وفاته، إلا أن ما ورد في فهرست أبن النديم عن إنقطاع الخوارزمي إلى مكتبة المأمون الذي حكم من سنة ٨١٣ إلى سنة ٨٣٣ م يحدد على وجه التقريب عمر إشتغال الخوارزمي بالعلم والتأليف. ويعزز كلام أبن النديم ما

ذكره الخوارزمي نفسه في كتاب الجبر والمقابلة من إشارة إلى المأمون حيث قال:

[وقد شجعني ما فضل الله به الإمام المأمون أمير المؤمنين مع الخلافة التي حاز له إرثها، وأكرمه بلباسها، وحلاه بزينتها، من الرغبة في الأدب وتقريب أهله و إدنائهم، و بسط كنفه لهم، ومعونته إياهم على إيضاح ما كان مستبهمًا، وتسهيل ما كان مستوعرًا – على أن ألفت من حساب الجبر والمقابلة كتابًا مختصرًا حاصرًا للطيف الحساب وجليله لما يلزم الناس من الحاجة إليه... إلخ].

فهذه العبارة وما ذكره أبن النديم يدلان دلالة واضحة على معاصرة الخوارزمي للمأمون ولو أنهما لا تمكنانا من تحديد تاريخ ولادته أو تاريخ وفاته.

ولم يذكر أبن النديم بين مؤلفات الخوارزمي أربعة كتب أخرى ألفها الخوارزمي ووصلت إلى أيدينا، إما مترجمة إلى اللاتينية أو بنصها العربي، وهي كتاب الحساب، وكتاب الجبر والمقابلة، وكتاب في تقويم البلدان: شرح فيه الخوارزمي آراء بطليموس، وكتاب رابع جمع بين الحساب والهندسة والموسيقى والفلك. ومما لفت النظر أن الإسم الذي يلي أسم محمد بن موسى في كتاب الفهرست هو أسم سند بن على اليهودي. وأن كتاب الفهرست ينسب إلى هذا الأخير كتابًا في الزيادة والنقصان، وكتابًا في

الجبر، وكتابًا في الحساب الهندي، ويغلب سوتر[1] أن نسبة هذه الكتب الأخيرة إلى سند بن علي حدثت على سبيل الخطأ، وأن الصحيح نسبتها إلى الخوارزمي. إلا أن هذا الخطأ إن كان قد حدث فعلًا فلا بد أن يكون قد حدث مبكرًا ، أي في النسخ الأولى من كتاب الفهرست، وذلك لأن أبن القفطي (المتوفي عام ١٢٤٨م) يذكر في كتابه «أخبار العلماء بأخبار الحكماء» عن الخوارزمي نفس ما ذكره أبن النديم. ومما يعزز رأي سوتر أن أبن النديم كان ولا شك يعلم أن الخوارزمي له كتاب في الجبر والمقابلة، إذ نجد في الفهرست ذكرًا لهذا الكتاب في ثلاثة مواضع مختلفة، وذلك عند الكلام عن سنان بن الفتح وعبد الله بن الحسن السعدناني وأبو الوفا البزجاني، فقد ورد أن كل واحد من هؤلاء قد شرح كتاب الخوارزمي في الجبر والمقابلة. وقد ذكر المسعودي (٨٨٥ – ٩٥٦م) في مروج الذهب محمد بن موسى من المؤرخين، كما أن البيروني (٩٨٣ – ١٠٤٨م) يشير إلى أزياج الخوارزمي ومؤلفاته الفلكية، وللبيروني ما لا يقل عن ثلاثة مؤلفات[2] كلها شروح لكتب الخوارزمي. والبيروني أصله من خوارزم أو «خيوة» التي ينتسب إليها الخوارزمي.

وقد ذكر أبن خلدون (١٣٣٢ –١٤٠٤م) في مقدمته أن أول من

---

(١) انظر Suter, H., Das Mathematiker - Verzeichniss im Fihrist Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik. مجلد ٦ (ليبزج ١٨٩٢) ص ٦٢ –٢٣

(٢) أنظر Luter, Der Verfasser des Buches Grunde der Tafelu des Chowärezmi في مجلة Bibliotheca Mathematica الجزء ٤ لسنة ١٩٠٣ صفحة ١٢٧ – ١٢٩.

كتب في علم الجبر كان أبا عبد الله الخوارزمي، ثم جاء من بعده أبو كامل الخوجة أبن أسلم، كما ذكر زكريا بن محمد بن محمود القزويني المعاصر لأبن القفطي أن الخوارزمي كان أول من ترجم علم الجبر للمسلمين. وأبو كامل الذي يشير إليه أبن خلدون عاش حوالي سنة ٩٢٥م وله مؤلف مشهور(١) في الجبر أقتبس فيه الكثير من جبر الخوارزمي وأشار إليه كمرجع لعلمه. ومن الذين إقتبسوا من جبر الخوارزمي من علماء العصر الإسلامي عمر بن إبراهيم الخيام(٢) [١٠٤٥ – ١١٢٣م] المشهور برباعياته, وكذا محمد بن الحسين الكارخي(٣) المتوفي سنة ١٠٢٩م. وفي رسالة عن الخوارزمي ألفها الأستاذ نللينو الذي كان أستاذًا بالجامعة المصرية(٤). تكلم المؤلف عن كتاب الخوارزمي في تقويم البلدان وشرحه لآراء بطليموس وقال إن عمل الخوارمي ليس مجرد تقليد للآراء الإغريقية، بل هو بحث جديد مستقل في علم الجغرافيا يمتاز إمتيازًا ظاهرًا عن كتابات المؤلفين الأوربيين في ذلك

(١) توجد نسخة فريدة لاتينية من ترجمة هذا الكتاب محفوظة بمكتبة باريس (Ms.Lat 7377A) ونسختان لترجمة عبرية بباريس وميونيخ.

(٢) أنظر L ' algebre d ' Omer Alkhayyami, F. Woepcke طبعة باريس سنة ١٨٥١

(٣) أنظر A. Hoehheim أبو بكر محمد بن الحسين الكارخي معه Die Arithmetik des Abu Bekr Muhammed ben Alhusein Alkarkhi, Magdeburg (1378)

(٤) أنظر Nallino Al Huwarizmi e il sue rifacimento della Geografia di في مجلة Atti della R-accademia die Lince السلسلة الخامسة Memorie, Class المجلد ٢ Tolomeo di Science morali Storal Storichi e filologiche (سنة ١٨٩٦) ص ٥٣-١١.

العصر. ويظن سوتر بناء على تحقيقات جغرافية[١] أن محمد بن موسى الخوارزمي كان أحد الذين كلفهم المأمون بقياس درجة من درجات محيط الكرة الأرضية. وقد ذكر بعض المتقدمين من مؤرخي العرب أن بني موسى قد إشتركوا في هذه المهمة، ولما كان محمد أكبرهم فأغلب الظن أنه هو محمد بن موسى الخوارزمي.

ولعل فيما تقدم – وهو قليل من كثير – دليلًا كافيًا على مقدرة الخوارزمي العلمية وشهرته بين المسلمين في عصره وفي العصور التالية. أما عن شهرته عند الإفرنج فيكفي التدليل عليها أن أسمه قد صار كلمة دخلت معاجم أغلب اللغات الأوربية. ففي اللغة الإنجليزية مثلًا تستخدم كلمة «الجورذم» **Algorithm** التي هي ولا شك تحريف لأسم الخوارزمي للدلالة على الطريقة الوضعية في حل المسائل، كما أن الشاعر الإنجليزي تشوصر **Chaucer** الذي جاء قبل شيكسبير إستخدم كلمة «**Augrim**» (أوجرم) للدلالة على الصفر، وذلك لأن طريقة الحساب الهندية بما في ذلك الصفر إنما وصلت إلى الغرب عن طريق كتاب الخوارزمي في الحساب. وأسم على الجبر في جميع اللغات الإفرنجية مشتق من الكلمة العربية «الجبر» التي إستعملها الخوارزمي في تسمية كتابه، وكانت الأعداد من ١ إلى ٩ إلى أوائل القرن الثامن عشر تسمى باللاتينية **(Algorismus)** كما أن الكلمة الإسبانية التي معناها الأعداد أو الأرقام هي جوارزمو **(Quarismo)** وقد تعلم الغربيون الحساب عن كتاب الخوارزمي في

---

(١) أنظر **Suter. die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre werke** بمجلة **abhandel, z Gesch. d. Math. Wissenschaften** مجلد ١٠ (ليزج) ١٩٠٠ ص ٣٠.

الحساب وعن كتب أخرى بنيت عليه. ومن سوء الحظ أنه لا توجد نسخة عربية معروفة لكتاب الحساب للخوارزمي، والنسخة الوحيدة التي وصلت إلى أيدينا هي ترجمة لاتينية محفوظة بجامعة كامبردج، وقد ترجمت هذه النسخة إلى اللغة الإيطالية الحديثة ونشرها الأمير بلدساري بنكومباني عام ١٨٥٧ ويحتوي كتاب الحساب على إشارات متعددة إلى كتاب الخوارزمي في الجبر. والكلمات الأوروبية التي أشرت إليها (Algorithm, guarismo etc) إنما نشأت عن فاتحة كتاب الحساب هذا باللغة اللاتينية، إذ يبدأ (Dixit algoritmi) أي «يقول الخوارزمي» ومن الكتب التي بنيت على كتاب الحساب للخوارزمي كتاب (Algorismo carmen do)[١] الذي وضعه إسكندر دي فيلادي حوالي سنة ١٢٢٠ ميلادية، وهذا الكتاب منظوم على صورة أبيات من الشعر ويذكرنا بألفية أبن مالك، ومن هذه الكتب أيضًا كتاب (Algoriemus valgaris)[٢] تأليف يوحنا الهاليفا كسي المشهور بإسم ساكرو بوسكو حوالي سنة ١٢٥٠م وقد بقي هذان الكتابان يستعملان في تلقين علم الحساب في المدارس والجامعات قرونًا متعاقبة، وتوجد نسخ متعددة من أوَّهما في مكتبات أوربا، ونسخ أكثر عددًا من الثاني، وحتى بعد إنتشار الطباعة بقي كتاب ساكر وبوسكو ومن الكتب الشائعة في الجامعات حتى القرنين الخامس عشر والسادس عشر. من أول كتب الخوارزمي التي ترجمت إلى اللاتينية كتاب الزيج،

---

(١) نشر هذا الكتاب J. O. Halliwell في مجموعة Rara Mathematica (لندن ١٨٣٩).

(٢) توجد نسخ متعددة قديمة من هذا الكتاب، أنظر Curize, Petri Philomeni de Dacia in Algorismum vulgarem valgarem Johhannis de Sacroboscc commentaries. كوبنهاجن سنة ١٨٩٧.

وهو عبارة عن جداول رياضة، بل إن هذا الكتاب من أول الكتب التي نقلت عن العربية، ترجمة أديلارد المنتمي لمدينة باث من أعمال بريطانيا العظمى عام ١١٢٦م. وقد قام عالم دانماركي أسمه بيور نبوب بدراسة هذه الجداول والتعليق عليها، ونشر عمله بمدينة كوبنهاجن عام ١٩٠٩، وتدل هذه الدراسة على أن إستعمال دالة الجيب في حساب المثلثات يرجع إلى عصر الخوارزمي أو ما قبله، ولا يتسع المقام الأكثر مما ذكرت عن أثر الخوارزمي في علم الحساب. وفي العلوم الأخرى.

ولكي نفهم أثر الخوارزمي في علم الجبر ونقدره حق قدره يجدر بنا أن نترف ما كان عليه الحال قبل الخوازمي. فأقدم له كتاب مدرسي موجود اليوم هو بردي أحميس الذي يرجع إلى سنة ١٧٠٠ قبل الميلاد. وقد قام بنشر هذا البردي وترجمته إلى اللغة الألمانية أيزنلور[١] وطبع بلبزج عام ١٨٧٧. كما قام بنشر صور لهذا البردى ومقدمة له ولس بدج[٢] وطبع عمله بلندن عام ١٨٧٧. وفي بردي أحميس نجد معادلة الدرجة الأولى ذات المجهول الواحد على الصورة ا س = ب كما نجد للكمية المجهول رمزًا خاصًا كالحال اليوم في علم الجبر، وكما نجد أيضًا ما يدل إستخدام المعادلات الآنّية الخطية. كل ذلك قبل الميلاد بنحو ألفي سنة، ويعد هذا التاريخ، ولكن قبل العصر الذهبي الإغريقي نجد معادلات الدرجة الثانية في

(١) أنظر B. Eisenlour, EIn Mathematisches Handbuch der alten Egypter طبعة ليزج عام ٨١٨٧.

(٢) أنظر E. A. Wallis Budge, Facsimile of the Rhind Mathematical Payrus in the British Museumمع مقدمة لندن ١٨٩٨.

الآثار المصرية كما نجد مسائل تحتاج في حلها إلى معادلتين آنيتين إحداهما أو كلاهما من الدرجة الثانية وفي المثال الآتي المأخوذ من مؤلف لتكانتور طبع[1] بليبزج سنة ١٩٠٧ نجد مسألة نحتاج في حلها إلى معادلات الدرجة الثانية.

مثال آخر لتقسيم مساحة معلومة إلى مربعات – إذا طلب منك أن تقسم ١٠٠ ذراع مربع بين مربعين بحيث يكون ضلع أحد المربعين ثلاثة أرباع ضلع المربع الآخر، فأوجد كلا من المجهولين، ويلي ذلك حل للمسألة بإقتراض أن ضلع أحد المربعين هو الوحدة وأن ضلع الآخر هو $\frac{٣}{٤}$ وبذلك يكون مجموع المساحتين ٢٥/١٦ الذي جذره $\frac{٥}{٤}$ وجذر المائة ١٠ فتكون نسبة ١٠ إلى طول الضلع المطلوب كنسبة $\frac{٥}{٤}$ إلى ١ ومنه يكون طول طلع أحد المربعين ٨ والآخر ٦. والمقابل الجبري لهذه المسألة الهندسية هو بداهة:

$$س^{٢} + ص^{٢} = ١٠٠$$

$$ص = \frac{3}{4} س \} \text{ ومنه } ص = ٦ \text{ ، } س = ٨$$

ومما يلاحظ أن علامة الجذر التربيعي أستخدمت فعلًا في حل هذه

---

(١) أنظر **M. Cantor, Vorlesnagen uber Geschichte der Mathematik** المجلد الأول للطبعة الثانية (ليبزج ١٩٥٧) ص ٩٦-٩٢.

المسألة وأمثالها. وتؤدي المسألة السابقة إلى العلاقة ٦^{٢} + ٨^{٢} = ١٠^{٢} التي تتصل أتصالًا مباشرًا بالعلاقة البسيطة ٣^{٢} + ٤^{٢} = ٥^{٢} وتظهر هذه العلاقة في حل مسائل أخرى من هذا النوع ولا شك في أن المصريين القدماء كانوا يعلمون صحة النظرية المنسوبة إلى فيثاغورس، وهي أن المربع المنشأ على الوتر في المثلث القائم الزاوية يساوي مجموع المربعين المتشأين على الضلعين الآخرين. وأغلب الظن أن إثباتًا منطقيًا لهذه النظرية كان معلومًا في العصر المصري وإن كنا لم نعثر عليه للآن. وقد طبقت نظرية فيثاغورس في الهند قبل عصر فيثاغورس، وذلك في بناء المعابد. وفي الابستمبا سلباسوترا(١) توجد قواعد لتطبيق هذه النظرية ومعها قوائم دقيقة التقريت للجذور التربيعية. بل ولعل فيها أيضًا كان بين ملهود(٢) حلًا تامًا لمعادلة الدرجة الثانية أ س^{٢} + ب س = حـ.

وقد وضع البابليون القدماء جداول للمربعات والمكعبات ولا تزال بعض هذه الجداول محفوظة في صحف سنكرة المشهورة، وهي صحف معاصرة لبردي أحميس. ويقول كانتور(٣) إن العبرانيين القدماء كانوا يعرفون

---

(١) أنظر **Burk. Des Apastamba – Sulba - Sutra, Zeitschen der deutschen Norgenlandischen Gescllchaft** مجلد ٥٥ (١٩٠٠) ص ٥٤٢ – ٥٩٣ وكذا مجلد ٥٦ (١٩٠٢) ص ٣٢٧ – ٣٩١.

(٢) **0. Milhaud, la Geométrie d'Apaslatamba, Pevue generale des Sciences** ، مجلد ٢١ (١٩١٠) ص ٥١٢ – ٥٢٠ وأيضًا **T. L. Eeath, The Thirteen Books of Euclids Elements** ٣ مجلدات طبع كمبردج سنة ١٩٠٨ المجلد الأول ص ٣٥٢ – ٣٦٤.

(٣) أنظر **Cantor** المشار إليه آنفا (ص ٤٩)

العلاقة ٣ و ٤ و ٥ للمثلث القائم الزاوية كما أن رياضي الصين كانت لهم دراية أيضًا بهذه العلاقة وبحل مسائل المربعات[1] ويعتبر في حكم المقرر الآن أن رياضي الإغريق كانوا يعلمون الحل الهندسي لمعادلات الدرجة الثانية في عصر فيثاغورس. ففي مؤلفات بخراطيس – من القرن الخامس قبل الميلاد – نجد محاولات لتربيع الدائرة تؤول إلى حل المعادلة:

$$\text{س}^{2} + \sqrt{\frac{3}{2}}\,\text{أ}\,\text{س} = \text{أ}$$

وفي كتب إقليدس ذاته مسائل تؤول إلى حلول هندسية لمعادلات الدرجة الثانية، فمن ذلك عملية قسمة مستقيم إلى جزأين بحيث تكون مساحة المستطيل المكون من المستقيم وأحد القسمين مساوية لمساحة المربع المنشأ على القيم الآخر:

$$\text{ا}\,(\text{ا} - \text{س}) = \text{س}^{2} \quad \text{أو} \quad \text{س}^{2} + \text{ا}\,\text{س} = \text{ا}^{2}$$

ولعل أول حل تحليلي لمعادلة الدرجة الثانية نستطيع أن نجزم به يرجع إلى هيرون الذي عاش في الإسكندرية بعد مولد المسيح بقليل، ففي أحد مؤلفات هيرون المسمى مِتريكا[2] والمبشور في ليبزج عام **١٩٠٣** نجد نصًا على أنه إذا علم مجموع جزأي مستقيم وحاصل ضربهما علم كل من الجزأين. إلا أن هيرون لا يكتفي بالتدليل الهندسي في حل هذه المسألة كما يفعل أقليدس بل يورد المثال العددي الآتي:

---

(١) أنظر **Cantor** نفس المراجع ص ١٨١ و٦٧٩ – ٦٨٠.

(٢) أنظر **Heron Metrica ed.: Schone** (ليبزج ١٩٠٣) ص ١٤٨ – ١٥١.

$$١٤٤\text{س}\,(١٤ - \text{س}) = ٦٧٢٠$$

دون أن يضع ذلك على صورة معادلة. ثم يعقب هيرون على ذلك بقوله إن الحل التقريبي[١] هو:

$\text{س} = ٨\frac{١}{٢}$ مما يدل على إستخدامه طريقة تحليلية لحل المسألة.

وفي كتاب آخر في الهندسة – بنسب في شيء من الشك إلى هيرون[٢] هذا – نجد المسألة التحليلية منفصلة عن الفكرة الهندسية. والمسألة هي إيجاد قطر دائرة إذا علم مجموع مساحته ومحيطها وقطرها، ونجد الحل على الصورة الأتية:

$$\text{س} = \frac{\sqrt{١٥٤ \times ٢١٢ + ٨٤١}}{١١} - ٢٩$$

مما يدل على أن المعادلة $\frac{١١}{١٤}\text{س}^{٢} + \frac{٢٩}{٧}\text{س} = ٢١٢$

وضعت على الصورة $١١\ \text{س}^{٢} + ٥٨\ \text{س} = ٢١٢ \times ١٤$

حيث س رمز على القطر والمجموع المعلوم للقطر والمساحة والمحيط هو ٢١٢ والنسبة التقريبية بين المحيط والقطر معتبرة $\frac{٢٢}{٧}$. ومما يستلفت

---

(١) الحل المضبوط س = ٧

(٢) أنظر **Cantor, Heron, Geometria ed. Hultsch** (برلين عام ١٨٦٤) ص ١٣٣ وكذا **Heronis opera ed. Heiberg Geometria** مجلد ٤ ص ٣٨١.

النظر في هذه المسألة جمع المساحات والأطوال معًا وهو إجراء نجده في المؤلفات الإغريقية بين عصر هيرون وعصر ديوفانتوس (إلى حوالي سنة ٢٥٠ ميلادية).

ولقد بحث ديوفانتوس[١] الذي عاش في الإسكندرية في القرن الثالث الميلادي في كتابه السادس من الأرتمانيقا في مسائل المثلثات القائمة الزاوية التي أضلاعها أعداد صحيحة أو أعداد كسرية المعلوم فيها مجموع المساحة واحد ضلعي القائمة أو باق طرحهما أو المعلوم فيها مجموع المساحة وضلعين (أو ضلع واوتر) ويدل حله لمثل هذه المسائل على علمه بالطريقة التحليلية لحل معادلات الدرجة الثانية، ويذكر ديوفانتوس صراحة بصدد حل المعادلات التي من النوع ($\text{ا س}^{م} = \text{ب س}^{ن}$) أنه ينوي تخصيص مؤلف مستقل لبحث معادلات الدرجة الثانية ولو أنه إلى حد عالمنا لم يف بهذا الوعد.

وقد أستنتج كوسالي في مؤلفه عن تاريخ علم الحبر[٢] المنشور عام ١٧٩٧ أن الإنتقال من الوضع الهندسي إلى الوضع التحليلي لحل معادلات الدرجة الثانية حدث في الفترة بين عصر إقليدس وعصر ديوفانتوس.

وقد ذكر بن النديم في الفهرست أن الفلكي الإغريقي حيبار قوص

---

(١) أنظر ص ٦٣، ٦٤ **Heath Diophan. us**

(٢) أنظر **Cossali, Origine transport in Italia primi progessi (Parma 1797)** **in essa essa dell,Algebra** المجلد ١ ص ٨٧ – ٩١

الذي عاش في القرن الثاني قبل الميلاد وضع مؤلفًا في الجبر. إلا أن مؤلفًا من هذا النوع لم يصل إلينا ولم يشر إليه أحد غير أبن النديم إلى حد علمنا، ولذلك يعتقد سوتر مترجم الفهرست إلى الألمانية (طبعة ليبزج عام ١٨٩٢) أنه قد حدث خطأ في النص الوارد في كتاب أبن النديم في هذا المقام.

أما في الهند فقد ظهر بعد زمن ديوفانتوس بحوالى قرنين أريا بهاتا[١] الرياضي الهندي الذي لا بدّ قد عرف حل معادلات الدرجة الثانية عندما أوجد عدد حدود المتوالية الحسابية التي عرف منها الحد الأول والأساس ومجموع الحدود، إذ أن حل هذه المسألة يؤول إلى حل معادلة من الدرجة الثانية.

ثم ظهر بعد أريابهاتا العالم الرياضي برهما جوبتا[٢] في القرن السابع الميلادي ووضع القاعدة التالية لحل معادلة الدرجة الثانية:

«أجمع إلى الحد المطلق مضروبًا في معامل المربع مربع نصف معامل المجموع، ثم أطرح من الجذر التربيعي لهذا المجموع نصف معامل المجهول وأقسم النتيجة على معامل المربع تحصل على قيمة المجهول».

---

(١) أنظر **Rodet, Leeon de calcul d' Aryabhata, Journal Asiatique** المجموعة السابعة مجلد ١٣ (١٨٧٩) ص ٣٩٣ – ٤٣٤

(٢) **Colebrooke, Algebra with Arthmatic & Mensuratic from the sanscrit of Brahmagupta and Bhascara** طبعة لندن سنة ١٨١٧ ص ٣٤٧

والمقابل التحليلي لذلك هو أن أحل المعادلة:

$$\text{ا}\,\text{س}^2 + \text{ب}\,\text{س} = \text{ح}$$

هو:

$$\text{س} = \frac{\sqrt{\left(\frac{\text{ب}}{2}\right)^2 + \text{ا}\,\text{ح}} - \frac{\text{ب}}{2}}{\text{ا}}$$

وفي عصر الخوارزمي ذاته ظهر الرياضي الهندي ما هافيرا كاريا(١) الذي وضع قواعد لحل معادلات الدرجة الثانية. ومما يلفت النظر في عمله أنه أستعمل المجهول وجذره في المعادلات بدلًا من المجهول ومربعه كما هو الحال الآن. وقد أستمر إهتمام رياضي الهند بالجبر من زمن إرياهاتا إلى ما بعد زمن الخوارزمي.

هذا ملخص للكيفية التي نشأ بها على الجبر ونما في البلاد المختلفة من أول علمنا بالتاريخ حتى عصر الخوارزمي. ولا شك في أن كلا من هذه البلاد قد تأثر بما كان يجري في البلاد المجاورة. ومن الثابت أن الإغريق أخذوا علم الرياضة عن المصريين، وأن البابليين والإغريق كانوا على أتصال دائم، وحتى الهند والصين لم تكونا بمعزل عن تلك البلاد، فظهور جداول المربعات والمكعبات في بابل، والمتواليات الهندسية وقوى الأعداد في مصر، ونظرية فيثاغورس «كما تسمى عادة في الهند والصين، والحل الهندسي لمعادلات الدرجة الثانية قبل زمن أقليدس في اليونان – كل هذه تعتبر تطورات مؤدية إلى نشوء علم الجبر بمعناه الصحيح، كما أنها تدل على أن

---

(١) **M. Rangacarya, The Ganita - Sara-Sangraha of Mahaviracarya** مطبعة مدارس الحكومية سنة ١٩١٢.

نشوء هذا العالم لم يكن مجهودًا مصطنعًا وتمرينًا عقليًا منعزلًا، بل جاء نتيجة طبيعية لإهتمام القوم بمسائل الهندسة وخواص الأعداد.

هذا عن الجبر قبل الخوارزمي. أما عن كتاب الخوارزمي في الجبر والمقابلة فالنسخة العربية الوحيدة التي وصلت إلى أيدينا هي مخطوط محفوظ بأكسفورد بمكتبة (**Bodlean**) تحت رقم (**M. S. Hunt 214**) وهذا المخطوط كتب في القاهرة (وفرغ من نساخته في يوم الأحد التاسع عشر من المحرم أحد شهور سنة ٧٤٣ هجرية (أي أن هذه النسخة كتبت بعد موت الخوارزمي بنحو خمسمائة سنة. وفي هذا وحده دليل على عظم شأن هذا الكتاب. وقد نشر النص العربي فردريك روزن وترجمه إلى الإنجليزية وعلق عليه وطبع عمله بلندن عام ١٨٣١. ونشر مار[١] ترجمة للجزء من الكتاب الخاص بالمساحات والأحجام بانيًا عمله على ترجمة روزن. وقد ترجم كتاب الخوارزمي إلى اللغة اللاتينية تراجم مختلفة ربما كان أقدمها ترجمة روبرت أف تشستر حوالي سنة ١١٤٠م. وقد نشر الأستاذ كارينسكي ترجمة إلى اللغة الإنجليزية لترجمة روبرت أوف تشستر هذه نشرت بلندن عام ١٩١٥. وإني مدين للأستاذ كارينسكي بشيئين: أولها أن وجوده بالقاهرة من بضع سنين وإرساله إليّ نسخة من كتابه عن ترجمة مخطوط روبرت أف تشستر أثارًا في كثيرًا من الإهتمام بأمر الخوارزمي، مما جعلني أستحضر نسخة فوتوغرافية للأصل العربي وأعمل بالتعاون مع الدكتور محمد مرسي أحمد الأستاذ بكلية العلوم على نشره. والشيء الثاني أن

---

(١) **Marre Nouveelles Annales de Mathematiques** المجلد ٥ (١٨٤٦) ص ٥٧٧ وكذلك – ٥٨١ ,**Annlli di Matemat** المجلد ٧ (١٨٦٦) ص ٢٦٨ – ٢٨٠.

الجزء الأكبر من المعلومات التاريخية الواردة بهذا المقال، وكذا بمقدمة الكتاب الذي نشرناه قد أعتمدت فيه على أبحاث الأستاذ كاربنسكي وتحقيقاته. وقد ذكر الأستاذ كاربنسكي في مقدمته أن الخدمات التي أداها العرب للعلوم لم تكن مقدورة حق قدرها من المؤرخين، وأن الأبحاث الحديثة قد دلت على عظم ديننا لعلماء المسلمين الذين نشروا نور العلم بينما كانت أوروبا في ظلمات القرون الوسطى، وأن العرب لم يقتصروا على نقل علوم الإغريق والهند، بل زادوا عليها وقاموا بإضافات هامة في ميادين مختلفة.

وفي المقدمة التي وضعتها بالإشتراك مع الدكتور مرسي لكتاب الخوارزمي (طبعة القاهرة سنة ١٩٣٧) قد وضحنا أهمية العصر الإسلامي في تاريخ العلوم عامة والعلوم الرياضية خاصة.

وسأقتطف بعض فقرات من كتاب الخوارزمي لكي يقف القارئ منها على روح المؤلف ومبلغ علمه وطريقته. ففي أول الكتاب بعد أن حمد الله وأثنى عليه قال:

«ولم تزل العلماء في الأزمنة الخالية والأمم الماضية يكتبون الكتب مما يصنفون من صنوف العلم ووجوه الحكمة نظرًا لمن بعدهم وإحتسابًا للأجر بقدر الطاقة ورجاء أن يلحقهم من أجر ذلك وذخره وذكره، ويبقى لهم من لسان الصدق ما يصغر في جنبه كثير مما كانوا يتكلفون من المؤونة، ويحملونه على أنفسهم من المشقة في كشف أسرار العلم وغامضه، إما رجل سبق إلى ما لم يكن مستخرجًا قبله فورثه من بعده، وإما رجل شرح مما أبقى الأولون ما كان مستغلقًا فأوضح طريقه، وسهل مسلكه، وقرب مأخذه،

وإما رجل وجد في بعض الكتب خللًا فلم شعثه وأقام أوده، وأحسن الظن بصاحبه غير راد عليه ولا مفتخر بذلك من فعل نفسه».

وإن المرء ليلمس في هذه العبارات روح العالم المدقق، وفي رأيي أنه يصعب أن نضع دستورًا للبحث العلمي والتأليف العلمي وأدب العلم خيرًا مما وضعه الخوارزمي في هذه العبارات السهلة الممتنعة.

ثم قال الخوارزمي:

«وإني لما نظرت فيا يحتاج إليه الناس من الحساب وجدت جميع ذلك عددًا، ووجدت جميع الأعداد إنما تركبت من الواحد، والواحد داخل في جميع الأعداد ووجدت جميع ما يلفظ به من الأعداد ما جاوز الواحد إلى العشرة يخرج مخرج الواحد، ثم تثنى العشرة وتثلث كما فعل بالواحد فتكون منها العشرون والثلاثون إلى تمام المائة. ثم تثني المائة وتثلث كما فعل بالواحد وبالعشرة إلى الألف، ثم كذلك تردد الألف عند كل عقد إلى غاية المدرك من العدد. ووجدت الأعداد التي يحتاج إليها في حساب الجبر والمقابلة على ثلاث ضروب: وهي جذور وأموال وعدد مفرد لا ينسب إلى جذر ولا إلى مال. فالجذر منها كل شيء مضروب في نفسه من الواحد وما فوقه من الأعداد وما دونه من الكسور، والمال كل ما أجتمع من الجذر المضروب في نفسه، والعدد المفرد كل ملفوظ به من العدد بلا نسبة إلى جذر ولا إلى مال. فمن هذه الضروب الثلاثة ما يعدل بعضها بعضًا وهو كقولك أموال تعدل جذورًا، وأموال تعدل عددًا. وجذور تعدل عددًا».

ومعنى هذا أن الخوارزمي يفترق بين الحدود الثلاثة التي تدخل في

معادلات الدرجة الثانية فالحد الذي يحتوي على س^{٢} يسمى المال، والحد الذي يحتوي على س يسمى الجذر، والحد الخالي من س يسمى العدد، ثم يبحث في حل كل من الأشكال البسيطة:

ا س^{٢} = ب س، ا س^{٢} = جـ، ب س = جـ

وبعد أن يذكر أمثلة عددية ويبين طريقة الحل في كل حالة من هذه الأحوال يقول «ووجدت هذه الضروب الثلاثة التي هي الجذور والأموال والعدد تقترن، فيكون منها ثلاثة أجناس مقترنة وهي أموال وجذور تعدل عددًا وأموال وعدد تعدل جذورًا، وجذور وعدد تعدل أموالًا» وبذلك يقسم معادلات الدرجة الثانية إلى ثلاثة أنواع:

ا س^{٢} + ب س = جـ، ا س^{٢} + جـ = ب س، ب س + جـ = ا س^{٢}

ويلي ذلك حل كل نوع من هذه الأنواع شارحًا ذلك بأمثلة عددية بفرض أن ا، ب، جـ كلها موجبة، وليس معنى هذا أن الخوارزمي لم يكن يستخدم الأعداد السالبة، بل بالعكس إننا نجد في باب للضرب شرحًا لإستخدام الأعداد السالبة إذ يقول:

«أعلم أنه لا بد لكل عدد يضرب في عدد من أن يضاعف أحد العددين بقدر ما في الآخر من آحاد، فإذا كانت عقود ومعها آحاد أو مستثنى منها آحاد فلا بد من ضربها أربع مرات: العقود في العقود، والعقود في الآحاد، والآحاد في العقود، والآحاد في الآحاد. فإذا كانت

الآحاد التي مع العقود زائدة جميعًا فالضرب الرابع زائد، وإذا كانت ناقصة جميعًا فالضرب الرابع زائد أيضًا، وإذا كان أحدهما زائدًا والآخر ناقصًا فالضرب الرابع ناقص» ثم يقول:

«وإن قال عشرة إلا شيئًا في عشرة إلا شيئًا قلت عشرة في عشرة بمائة وإلا شيئًا في عشرة عشرة أشياء ناقصة وإلا شيئًا في عشرة عشرة أشياء ناقصة، وإلا شيئًا في إلا شيئًا مال زائد فيكون ذلك مائة ومالًا إلا عشرين شيئا»:

$$(١٠ - س) (١٠ - س) = ١٠٠ - ٢٠ س + س^{٢}$$

وإنما أفترض الخوارزمي أن ا، ب، جـ في معادلات الدرجة الثانية كميات موجبة لكي يفرق بين أحوال الجمع وأحوال الطرح في كل صورة من الصور التي يبحث فيها، وعلى وجه الخصوص لكي تنطبق المعادلة على الأمثلة العملية التي يوردها في آخر الكتاب (باب الوصايا على الخصوص) تطبيقًا على حل هذه المعادلات.

ومما يجدر ذكره أن الخوارزمي تنبه في حالة الأموال والعدد التي تعدل الجذور نحو قولك مال وواحد وعشرون من العدد يعدل عشرة أجذار:

$$س^{٢} + ٢١ = ١٠ س$$

تنبه الخوارزمي إلى أن المسألة قد يكون لها حلان [والحل في نظر الخوارزمي هو دائما القيمة الموجبة لـ س التي تحقق المعادلة] فقال:

«فبابه أن تنصف الأجذار فتكون خمسة فأضربها في مثلها تكون

خمسة وعشرين، فإنقص منها الواحد والعشرين التي ذكر أنها مع المال فيبقى أربعة، خذ جذرها وهو إثنان فإنقصه من نصف الأجذار وهو خمسة فيبقى ثلاثة وهو جذر المال الذي تريده، والمال تسعة وإن شئت فزد الجذر على نصف الأجذار فتكون سبعة وهو جذر المال الذي تريده والمال تسعة وأربعون، فإذا وردت عليك مسألة تخرجك إلى هذا الباب فإمتحن صوابها بالزيادة فإن لم يكن فهى بالنقصان لا محالة، وهذا الباب يعمل بالزيادة والنقصان جميعًا وليس ذلك في غيره من الأبواب الثلاثة التي يحتاج فيها إلى تنصيف الأجذار».

$$[\text{س} = \frac{١٠}{٢} \pm \sqrt{\left(\frac{١٠}{٢}\right)^{٢} - ٢١} = ٥ \pm ٢ = ٧ \text{ أو } ٣]$$

ثم إن الخوارزمي تنبه إلى شيئين آخرين في هذا الباب فقال:

«وإعلم أنك إذا نصفت الأجذار في هذا الباب وضربتها في مثلها فكان مبلغ ذلك أقل من الدراهم التي مع المال والمسألة مستحيلة، وإن كان مثل الدراهم بعينها فجذر المال مثل نصف الأجذار سواء لا زيادة ولا نقصان».

وأول هذين الشيئين إستحالة حل المعادلة س^{٢} + حـ = ب س إذا كان (٢/ب)^{٢} > جـ وقد بقيت هذه الحالة تعرف بالحالة المستحيلة كما سماها الخوارزمي إلى أواخر القرن الخامس عشر حين بدأ البحث في الكمبيالات التخيلية على أيدي كاسبار فسل وجان روبير أرجان، والأمر الثاني هو تساوي الجذرين إذا كانت (٢/ب)^{٢}= جـ .

ولم يكتف الخوارزمى بذكر القاعدة التي تتبع في كل نوع من أنواع المعادلات والتمثيل على ذلك بأمثلة عددية، بل بحث في ما سماه العلة في كل ضرب من ضروب المعادلات قال:

«فهذه الست ضروب التي ذكرتها في صدر كتابي هذا وقد أتيت على تفسيرها وأخبرت أن منها ثلاثة ضروب لا تنصف فيها الأجذار فقد بينت قياسها وإضطراها. فأما ما يحتاج فيه إلى تنصيف الأجذار في الثلاثة الأبواب الباقية فقد وصفته بأبواب صحيحة وصيرت لكل منها صورة يستدل منها على العلة في التنصيف.

فأما علة مال وعشرة أجذار تعدل تسعة وثلاثين درهمًا فصوره ذلك سطح مربع مجهول الأضلاع وهو المال الذي تريد أن تعرفه وتعرف جذره وهو سطح أ ب، وكل ضلع من أضلاعه فهو جذره، وكل ضلع من أضلاعه إذا ضربته في عدد من الأعداد فما بلغت الأعداد في أعداد جذور؟ كل جذر مثل جذر ذلك السطح، فلما قيل إن مع المال عشرة أجذاره أخذنا ربع العشرة وهو إثنان ونصف وصيرنا كل ربع منها مع ضلع من أضلاع السطح.

ستة وربع	ح	ستة وربع
كـ	أ المال ب	حـ
ستة وربع	ط	ستة وربع

فصار مع السطح الأول الذي هو سطح أ ب أربعة سطوح متساوية

طول كل سطح منها مثل جذر سطح أ ب وعرضه إثنان ونصف وهي سطوح ح ك ط ح فحدث سطح متساوي الأضلاع مجهول أيضًا ناقص في زواياه الأربع سنة في كل زاوية من النقصان إثنان ونصف في إثنين ونصف فصار الذي يحتاج إليه من الزيادة حتى يتربع السطح إثنان ونصف في مثله أربع مرات ومبلغ ذلك جميعه خمسة وعشرون وقد علمنا أن السطح الأول الذي هو سطح المال والأربعة السطوح التي حوله وهي عشرة أجذار هي تسعة وثلاثون من العدد فإذا زدنا عليه الخمسة والعشرين التي هي المربعات الأربع التي هي على زوايا سطح أ ب تم تربيع السطح الأعظم الذي هو سطح د هـ وقد علمت أن ذلك كله أربعة وستون وأحد أضلاعه جذره وهو ثمانية فإذا نقصنا من الثمانية مثل ربع العشرة مرتين من طرفي ضلع السطح الأعظم الذي هو د هـ وهو خمسة بقى من ضلعه ثلاثة وهو جذر ذلك المال، وإذا نصفنا العشرة الأجذار وضربناها في مثلها وزدناها على العدد الذي هو تسعة وثلاثون ليتم لنا بناء السطح الأعظم بما نقص من زواياه الأربع، لأن كل عدو يضرب ربعه في مثله ثم في أربعة يكون مثل ضرب نصفه في مثله فإستغنينا بضرب نصف الأجذار في مثلها عن الربع في مثله ثم في أربعة وهذه صورته».

وعدا حل معادلات الدرجة الثانية يحتوي كتاب الخوارزمي على باب الضرب، وباب الجمع والنقصان، وباب المسائل المختلفة، وباب المعاملات وباب المساحة، وكتاب الوصايا. وفي هذا الكتاب الأخير تطبيقات مختلفة على مسائل الوصايا تستخدم فيها المعادلات. ولا بد من الإشارة إلى معنى

كلمتي الجبر والمقابلة اللذين يستدل عليهما من سياق كلام الخوارزمي، فالجبر هو سد النقص في طرف من طرفي المعادلة بإضافته إلى الطرف الآخر:

س−٥=جـ

س=جـ+٥

والمقابلة هي حذف مقدار بن متساويين من طرفي المعادلة أو إضافتهما:

س±جـ = ص±جـ

س=ص

هذا ملخص موجز لما إحتوى عليه كتاب الجبر والمقابلة لمحمد بن موسى الخوارزمي من لطيف الحساب وجليله لما يلزم الناس من الحاجة إليه في مواريثهم ووصاياهم وفي مقاسمتهم وأحكامهم وتجارتهم، وفي جميع ما يتعاملون به بينهم من مساحة الأرضين وكرى الأنهار والهندسة وغير ذلك من وجوهه وفنونه».

وقد سبق أن أشرت إلى ما كان لهذا الكتاب من أثر في نشر هذا العمل في الشرق والغرب بحيث صار المرجع الأول الذي يعتمد عليه في دراسة هذا العلم، فهل يجوز لنا أن نقول إن الخوارزمي هو واضع على الجبر؟ لقد رأينا أن حل المعادلات الخيرية يرجع إلى ما قبل الميلاد بنحو ألفي سنة كما ثبت لنا أن قاعدة حل معادلات الدرجة الثانية كانت

معروفة عند الإغريق وعند الهنود. ولا شك في أن الخوارزمي كان عالمًا بما عند الهنود من علم رياضي، لأنه ألف في حساب الأرقام الهندية وبحث فيها. ولكن يجب ألا يغرب عن بالنا أنه رغم الأبحاث المستفيضة في تاريخ الرياضيات عند الإغريق وعند الهنود لم نعثر على كتاب واحد يشبه كتاب الخوارزمي. وإنني أميل إلى الظن بأنه لم يكن قبل الخوارزمى علم يسمى علم الجبر، وإذن فعبقرية الخوارزمي قد تجلت في خلق علم من معلومات مشتتة وغير متماسكة، وتذكرنا هذه العبقرية بعبقرية السير إيزاك نيوتن الذي وضع على الديناميكا أي علم حركة الأجسام، فإن كثيرًا من المعلومات الواردة في كتاب (**Principia**) لنيوتن كان معروفة لأهل زمانه بل وقبل أهل زمانه، ولكن أحدًا قبله لم يقم بتنظيم شتات هذه المعلومات وصوغها في صورة علم منسق ذي وحدة ظاهرة. وكذلك الحال–في رأيي–في الخوارزمي وعلم الجبر، لهذا أراني ميالًا إلى الإجابة عن السؤال: هل الخوارزمي هو واضع علم الجبر؟ بنعم. وإذا كان أحد لا يرتاح إلى هذه الإجابة فليقل لنا من هو واضع علم الجبر؟

ولعل إجتماع الهندسة الإغريقية والحساب الهندي كان ضروريًا لكي ينشأ علم الجبر. فالطريقة الإغريقية في الحساب كانت عقيمة إلى أبعد حدود العقم بقدر ما كانت هندستهم خصبة إلى أبعد حدود الخصب. ويكفي أن يتصور القارىء أنهم كانوا يستخدمون تسعة من الحروف الأبجدية للدلالة على الأرقام من ١ إلى٩ ثم تسعة أخرى للدلالة على العقود من ١٠ إلى ١٠ تسعة أخرى للدلالة على المئات وبعد ذلك

يستخدمون نفس الأحرف بإضافة حركة إليها تشبه الفتحة عندنا. ليتصور القارئ عملية من عمليات الضرب تستخدم فيها هذه الطريقة! فلما إنتقلت الأرقام الهندسية إلى العرب وإمتزج الحساب الجديد بالهندسة الإغريقية صار من الممكن لعبقرى من نوع الخوارزمي أن يضع علم الجبر الذي بناء على الجمع بين الفكرة الهندسية والفكرة العددية للكيات.

وليس الخوارزمي واضعًا لعلم الجبر فحسب، بل إنه يتضح مما قدمت أن إنتشار هذا العمل في الشرق والغرب إنما يرجع الفضل فيه إلى كتاب الخوارزمي الذي صار المرجع الأول للمؤلفين والمترجمين من عرب وأعاجم؛ ولذلك يحق لنا أن نقول إن الخوارزمي هو واضع علم الجبر ومعله للناس أجمعين.

إبن الهيثم كعالم رياضي

المقصود من الرياضيات البحتة البحث في العلاقات المكانية والمقادير الكمية من ناحية كونها علاقات أو مقادير وبغير نظر إلى ما يمكن أن تدل عليه من موجودات. ولما كان البحث في العلوم الفلكية والعلوم الطبيعية يتطلب من الباحث دراية بالرياضيات البحته لا غنى عنها في حل مسائل هذه العلوم فإن ما قام به إبن الهيثم من البحوث في علم الضوء وفي علم الفلك يدل دلالة أكيدة على تضلعه في الرياضيات البحتة وعلو كعبه فيها. على أن ابن الهيثم قد وضع مؤلفات كثيرة في الرياضات البحته ذاتها أذكر منها لا على سبيل الحصر ولكن على سبيل المثال:

١-مصادرات أقليدس. ٢-حل شكوك أقليدس.

٣-مساحة الجسم المتكافئ. ٤-العدد والمجسم.

٥-قسمة الخط الذي إستعمله أرشميدس في الكرة.

٦-قول في حل مسألة عددية. ٧-مقدمة ضلع السبع.

٨-تربيع الدائرة. ٩-مسألة في المساحة.

١٠-أعمدة المثلثات. ١١-عمل المسبع في الدائرة.

١٢-إستخراج أضلع المكعب. ١٣-علل الحساب الهندي.

١٤-أوسع الأشكال المجسة، ١٥-مساحة الكرة،

١٦-قول في مسألة هندسية، ١٧-شرح قانون أقليدس،

١٨-بركار الدوائر العظام، ١٩-جمع الأجزاء،

٢٠-قسمة المقدارين، ٢١-التحليل والتركيب،

٢٢-حساب الخطئين، ٢٣-إستخراج أربعة خطوط،

٢٤-قول في المكان. ٢٥-تعليق في الجبر

٢٦-قول في شكل لبني موسى.

ومن هذه القائمة يتضح أن إبن الهيثم قد تعرض بالبحث لجميع فروع الرياضيات البحتة التي كانت معروفة في زمانه وهي الحساب والجبر وحساب المثلثات والهندسة الأقليدية السنوية والمجسمة. وقد إطلعت على

ستة من هذه المؤلفات وهي:

١- حل شكوك أقليدس، إطلعت على نسختين مختلفتين منه إحداهما مخطوط بمكتبة مدرسة خليل أغا والأخرى صورة فوتوستاتية لمخطوط بمكتبة دار الكتب.

٢- قول في شكل ليبي موسى صورة فوتوستاتية محفوظة بدار الكتب لمخطوط محفوظ في دار حكومة الهند(١) بلندن.

٣- قول في المكان ترجمة ألمانيا لمخطوط محفوظ في دار حكومة الهند بلندن والترجمة من عمل فيدمان منشورة في أعمال الجمعية الطبيعية الطبية بارلانجن(٢).

٤- قول في حل مسألة عددية ترجمة ألمانيا لمخطوط محفوظ في دار حكومة الهند من عمل فيدمان منشورة في نفس العدد من أعمال المجلة السالفة الذكر.

٥- مسألة في المساحة ترجمة ألمانيا من عمل فيدمان لمخطوط محفوظ في دار حكومة الهند منشورة مع ترجمة المقالتين السابقتين.

٦- قول في مسألة هندسية صورة فوتوستانية لمخطوط محفوظ بمكتبة دار الكتب.

---

(١) India Office.

(٢) Sitzungscerichte des physikalisch medizinisheen Societat in Erlangen (Band 41.1609)

فأما عن كتاب حل شكوك أقليدس فهو مجلد في نحو ٣٤٠ صفحة ذكر إبن الهيثم في أوله أن «التشكل واقع لأكثر الناس في المعاني الخفية، وأن كتاب أقليدس في الأصول هو الغاية التي يشار إليها في صحة البراهين والمقاييس «مع ذلك لم يزل الناس قديمًا وحديثًا يتشككون في كثير من معاني هذا الكتاب وكثير من مقاييسه» ثم قال: وقد ألف في حل شكوك هذا الكتاب كتب ومقالات المتقدمين والمتأخرين إلا أننا ما وجدنا في هذا المعني كتابًا مستوفيًا لجميع الشكوك ثم ذكر إبن الهيثم أنه «عدا حل الشكوك يضيف في كثير من الأشكال التي تحتمل أن تعمل بوجهين أو بعدة وجوه كل وجه يمكن أن يعمل به ذلك الشكل فإن كثيرًا من الناس يظنون أن أشكال كتاب أقليدس لا يمكن أن تعمل إلا بالطريق التي ذكرها أقليدس» ثم قال «ونضيف إلى جميع ذلك العلل التعليمية في الأشكال العلمية وإن كانت علل المعاني العلمية في المقدمات التي تستعمل في براهين أشكال فإن تلك العمل في العلل القريبة والذي نريده نحن في كل شكل هو العلة الأولى البعيدة وهذا المعني ماذكره أحد من المتقدمين ولا المتأخرين ونضيف إلى ذلك أيضًا أن نبين الأشكال التي بينها أقليدس ببراهين الخلف ببراهين مستقيمة ليصير مع كتابنا في شرح مصادرات كتاب أقليدس شرحًا تامًا لجميع الكتاب».

والمطلع على كتاب إبن الهيثم في حل شكوك أقليدس يلمس فيه دقة المؤلف في التفكير وتعمقه في البحث وإستقلاله في الحكم كما يتضح له صحة إدراك ابن المثير لمكان الهندسة الأقليديسية من العلوم الرياضية على أنها دراسة منظمة للعلاقات والمقادير المكانية من كونها علاقات ومقادير وبغير

نظر إلى ما يمكن أن تدل عليه من موجودات. فإبن الهيثم في هذا الكتاب رياضي بحت بأدق ما يدل عليه هذا الوصف من معنى وأبلغ ما يصل إليه من حدود وإني لأرجو أن ينشر هذا الكتاب بيننا قريبًا ليطلع عليه المشتغلون بالعلوم الرياضية في مصر والأقطار العربية.

وأما عن «قول في شكل لبنى موسي» فرسالة صحح فيها إبن لهيثم خطأ وقع فيه بنو موسى «أو سهوًا لحقهم» كما يصفه هو تلطفا في العبارة قال في أول الرسالة «إن أحد الأشكال التي قدمها بنو موسي لبراهين كتاب المخروطات وهو الشكل الأخير من مقدماتهم هو على غير الصفة التي وصفوه بها وذلك أنهم جعلوه كليًا وهو جزنى ومع ذلك قد لحقهم سهو في البرهان عليه ومن أجل هذا السهو ظنوا أنه كلي وهو شكل يحتاج إليه في بعض براهين أشكال المخروطات ومن أجل ذلك وجب أن نشرح صورته وتبين أنه جزئي وأنه يصح على بعض الأوضاع ويبطل في بعض الأوضاع وأن الذي يستعمل منه في براهين المخروطات من الأوضاع التي تصح وأن الأوضاع التي تبطل ليس يستعمل شيء منها في كتاب المخروطات» وهذا الشكل–النظرية في عرفنا الحديث–خاص بنشابه مثلثين بشروط معينة ظنها بنو موسى كافية وهي ليست كذلك.

وأما «قول في المكان» فرسالة ذكر إبن الهيثم في أولها ما معناه–نقلًا عن الترجمة الألمانية–أن الباحثين قد إختلفوا فيما إذا كان المكان هو السطح المحيط بالجسم أو هو الفضاء الذي نتصور وجوده والذي يحل فيه الجسم ثم يفند المؤلف الرأي الأول ويجده منطويًا على تناقض أو على

شناعة بشعة كما يسميها وبعد ذلك يدافع عن الرأي الثاني وينفي الإعتراضات الموجهة إليه وهذه الرسالة وإن كانت تقع ضمن مباحث الرياضيات البحتة إلا أن طريقة البحث فيها مطبوعة بطابع فلسفي ظاهر.

وأما «قول في حل مسألة عددية» فالمسألة التي يتعرض لها إبن الهثيم هي إيجاد عدد يقبل القسمة على ٧ وإذا قسم على ٢ أو ٣ أو ٥ أو٦ كان باقي القسمة واحدًا. وقد وجد إبن الهيثم أن للمسالة حلولًا مختلفة وضع لها قياسًا أو قانونًا برهن على صحته ثم عمم البحث بحيث ينطبق على أي عدد غير العدد ٧ ورسالة إبن الهيثم في هذا الموضوع تدل على أنه كان يعرف الشيء الكثير عن نظرية الأعداد.

وأما «مسألة في المساحة» فهي رسالة وضع فيها المؤلف القواعد العامة لإيجاد مساحات الأشكال الهندسية المستوية والمجسمة وقد بين فيها أن مساحة الأشكال المستوية المستقيمة الأضلاع تؤول إلى مساحات المثلثات التي تتألف منها هذه الأشكال وذكر أن مساحة المثلث هي الجذر التربيعي لحاصل ضرب نصف محيطه في الفروق الثلاثة بين نصف المحيط وبين الأضلاع وهو القانون الذي نعلمه الآن في حساب المثلثات في السنة النهائية من التعليم الثانوي كما أعطى قوانين مضبوطة لمساحات الكرة والهرم والأسطوانة المائلة وكذا مساحة القطاع الدائري والقطعة الدائرية وقد زاد على ذلك أن وصف طريقة عملية لقياس إرتفاعات الأجسام المرتفعة.

وأما «قول في مسألة هندسية» فمقال قصير يقع في نحو صفحة واحدة وارد ضمن مقالات المؤلفين مختلفين وفيه يحل إبن الهيثم مسألة أو تمرينًا

هندسيًا منطوقه أنه «إذا فرض على قطر دائرة نقطتان بعداهما عن المركز متساويان فان كل خطير يخرجان من النقطتين ويلتقيان على محيط الدائرة فإن مجموع مربعيهما مساو لمجموع مربعي قسمي القطر».

وقد رأيت أخيرًا مجموعة من بعض رسائل إبن الهيثم مطبوعة بمطبعة دائرة المعارف العمانية ببلدة حيدر آباد الدكن بالهند وجدت فيها رسالة «قول في المكان «ومسألة في المساحة» اللتين أشرت إليهما فيما سبق وقد ذكر في هذا الكتاب أن الذي إستنسخه هو العالم المستشرق الدكتور سالم الكرنكوي مصحح دائرة المعارف.

هذه هي عجالة قصيرة في وصف القدر اليسير الذي وصلت إليه يدي من أعمال إبن الهيثم في الرياضيات البحتة وإن صح لي أن أبني حكمًا على هذه المعلومات المحدودة فإنني أرى أن إبن الهيثم كان عالمًا متضلعًا في نواحي العلوم الرياضية عامة وفي ناحية الهندسة الأقليدسية خاصة.

العلم والصوفية

قد يظهر لأول وهلة أنه لا يمكن أن تكون هناك صلة بين العلم والصوفية فالعلم يطلب المعرفة عن طريق الحواس ويستخدم التفكير الصحيح والصوفية تنكر حقيقة ما يصلنا عن طريق الحواس وتتطلب المعرفة في حالة نفسية لا تتفق مع التفكير الصحيح. العلم لا يقتنع إلا بما تثبته التجارب والعالم رجل عملي لا يصدق إلا ما يرى أو ما يستنتجه المنطق مما يرى. والحقيقية في رأيه هي هذا العالم المحسوس الذي يلمس

ويسمع وينظر، أما الفيلسوف الصوف فيدعي أن كل ما يلمس ويسمع وينظر إنما هي ظلال للحقيقة وإن وراء هذه الظلال توجد الحقيقة الأبدية التي لا تصل إلى الحس ولا تدركها العقول وهنا سأوضح الموقف بأن أذكر محاوره وهمية بين عالم وفيلسوف صوفي،

العالم: أنت تدعي أن كل الحقائق التي تصل إليها عن طريق الحواس إن هي إلا أوهام.

الفيلسوف فم أو بعبارة أخرى أصح هي ظلال للحقيقة.

العالم: إذن فهذه المائدة وهذا الصباح وهذا الكرسي الذي أراه كلها أوهام؟

الفيلسوف إن مايصل إليك عن طريق الحواس من هذه المائدة وهذا المصباح وهذا الكرسي هي ظلال لحقائق هذه الأشياء. أما كنه هذه الأشياء فلا يمكن أن يصل إليك عن طريق الحواس بل إن تفرقتك بين أجزاء الكون وتسمية كل جزء بإسم خاص هو من عملك أنت. أما الحقيقة فوحدة متماسكة لا تتجزأ.

العالم: وإذن فكيف تصل إلى معرفة هذه الحقيقة.

الفيلسوف: عن الطريق الروحي حيث ندرك وحدة الكون وتتجلى لك الحقيقة.

العالم: ولكني أفهم أن معنى هذا أنك تضع نفسك في حالة نفسية خاصة لا يمكنني أن أصفها بأنها حالة طبيعية بل هي أشبه بحالة الإغراء فلا أستطيع أن أعتمد على خبرتك النفسية عندئذ.

الفيلسوف: إن ما تسميه أنت حالة إغماء هو ما أسميه أنا حالة «الإشراق» أو «التجلي» وعندها تصفو الروح من مكدرات الحواس وتتصل النفس بالحق.

العالم: أعذرني إذا أنا فضلت البقاء في حالة الوعي التام وإعتمدت على نتائج المشاهدة والتفكير.

الفيلسوف: لك أن تفعل ذلك ولكنك لن تصل بذلك إلى حقيقة شيء بل ستعيش في عالم من الرموز والظلال وهنا يفترق الرجلان كل يظن أخاه واهمًا.

هذه المحاورة الوهمية ربما حدثت بين عالم وفيلسوف صوفي في القرن الماضي. إلا أن العلم والفلسفة قد تطور كل منها في أوائل هذا القرن بحيث إقتربت وجهتا النظر وأصبح من الميسور أن يتفاهما، وربما إستغرب البعض أن يسمع أن أول خطوة في سبيل هذا التفاهم خطاها السير إيزاك نيوتن العالم الفلكي الطبيعي منذ نحو قرنين ونصف قرن لما وضع قانون الجاذبية العامة. فكلكم قد سمع الحكاية التي تحكي عن أن نيوتن رأى تفاحة تسقط من شجرة فأوحى إليه هذا الحادث أن الأرض تجذب التفاحة إليها وتدرج من ذلك إلى أن الأرض تجذب القمر والشمس تجذب الأرض الخ. لنتأمل في رأى نيوتن هذا. أي جزء منه واقع تحت المشاهدة وأي جزء خارج عنها؟ إن التفاحة والأرض وحركة التفاحة كل هذه أشياء تمكن مشاهدتها. ولكن ما هي هذه القوة التي تجذب الأرض بها التفاحة؟ نحن نعلم أنه لا يوجد إرتباط مادى بين الأرض والتفاحة فكيف إذن يمكن أن

تشد الأرض التفاحة؟ يرى ألا القارئ أن نيوتن إضطر إلى إفتراض وجود عامل خفي لا تتسنى مشاهدته لكي يفسر حركة التفاحة؟ هذا العامل الخفي–أو العفريت الإصطناعي–هو ما سماه الجاذبية الأرضية، حقيقة أن لفظ الجاذبية عليه شيء من الطلاء العلمي ولكن يجب أن لا نغتر بالأسماء، فالجاذبية كانت ولا تزال نوّعا من السحر العلمي والقول بوجودها هو القول بوجود سر من الأسرار الخفية في نظام الكون أو طلسم من الطلاسم التي لا تصل إلى كنهها العقول. ومع هذا فقد ظل العلم أكثر من مائتي عام بعد نيوتن بعيدًا عن الفلسفة الصوفية فالجاذبية وقوانيها إن هي إلا جزء يسير من العلوم الطبيعية–وإن كان جزءًا أساسيًا فيها–وهناك المادة التي نشاهدها وتجري تجاربنا عليها كما أن هناك الحرارة والكهربائية والضوء وكلها أشياء محسوسة تكون أساسًا مقنعًا مشاهدًا للعلم.

والخطوة الثانية قربت العلم من الفلسفة الصوفية خطاها علماء الطبيعة في أواخر القرن الماضي حين إفترضوا وجود الأثير. فالأثير الذي إفترضوه هو شيء لا تمكن مشاهدته ومع ذلك فقد كان في إفتراضه تبسيط للحقائق الطبيعية ولم لشعثها بحيث يستطيع العقل البشري أن يفهمها ويؤلف بين أجزائها. وكما أن قوى الجاذبية موجودة في جميع أنحاء الفضاء فكذلك الأثير مالئ له فكأنما العالم بحر هائل من الأثير. المادة إن هي إلا أجزاء صغيرة فيه تختلف خواصها عن خواص ما حولها من الأثير وكان العلماء في أوائل هذا القرن يتكلمون عن المادة كما لو كانت مجرد ظاهرة أي طرف خاص من ظروف هذا الأثير. أليس هذا معناه أن الحقيقة

الأصلية وهي الأثير شيء لايقع تحت حسنًا وأن ما يقع تحت حسنا وهي المادة إن هي إلا ظرف خاص من ظروف الحقيقة أو هي ظل من الظلال الزائلة في عالم الحقيقة؟

ثم جاء إينشتين بنظريته المعروفة بالنسبية وجاء دي برولى وشرويدنجر بأن المادة إن هي إلا أمواج في لا شيء لا سبيل إلى وصفها إلا بإستعمال الرموز الرياضية المعقدة فتلاشت الأسس المادية التي كان العلم يبنى عليها صرحه وإستعضنا عنها بمعادلات رياضية هي في ماديتها أوهى من نسيج العنكبوت. ولكي أدل القارىء على موقف العلم إزاء الفلسفة الصوفية سأنقل له ترجمة من قول الأستاذ السير أرثر أدنجتن من أكبر العلماء الفلكيين والطبيعيين في هذا العصر من كتابه «كنه العالم الطبيعي» حيث يقول «كلنا يعلم أن هناك أنحاء من النفس البشرية غير مقيدة بعالم الطبيعة، ففي المعنى الخفي للخليقة التي تحيط بنا وفي التعبير الفني وفي النزوع نحو الله–في كل هذه تطمح النفس إلى العلى وتجد تحقيقًا لشيء مودع في طبيعتها. وتبرير هذا الطموح داخلي فينا فهو محاولة من جانب إدراكنا أو هو نور داخلي ناشئ عن قوة أعظم من قوتنا. والعلم يكاد لا يقدم على الشك في تبرير هذا الطموح إذ أن الرغبة في العلم هي نفسها ناشئة عن وازع داخلي لا تقوى على ردعه. فسواء في الإستزادة الفكرية من العلم أو في سائر النزعات الروحية الخفية في كلتا هاتين أمامنا نور يجذبنا إليه ونحن نشعر بالرغبة في السعي نحو هذا النور. ألا يكفي أن نترك المسألة عند هذا الحد وهل من الضروري أن نصر على إستخدام كلمة

الحقيقة كما لو كانت لازمة لتشجيعنا في مجهودنا».

هكذا يكتب العالم الطبيعي اليوم. ويرى القارىء أن المحمل العقلي الذي إنطوت عليه هذه الكتابة يختلف كثيرًا عن المحمل العقلي الذي كان يقرن بالعلم حتى أوائل هذا القرن. فالعلم قد أدرك أن المعرفة البشرية متعددة النواحي وأن طريقة المشاهدة والتحليل المنطقي التي بني عليها عمله ليست بالطريقة الوحيدة التي يمكن أن يسلكها المرء في الوصول إلى المعرفة كما أن هذه الطريقة قد أدت بنا إلى نوع من التفكير الصوفي بحيث صارت الشقة بيننا ومن الفلاسفة والعلماء الروحيين غير بعيدة. ومن يدري فلعل أبناء الجيل القادم يرون علماء الطبيعة وعلماء الدين والفلاسفة متصافحين متكاتفين على خدمة البشر في النواحي الثلاث الطبيعية والروحية والتفكيرية.

الإضافات الحديثة إلى العلوم الطبيعية
وأثرها في تطور التفكير العلمي

إذا تتبعنا حياة فرد منا فإننا نجد أن محمله العقلى يتطور في أدوار حياته المختلفة بحيث تتغير وجهة نظره إلى الأمور والمعايير التي يقيس بها الأشياء. فهو في سن الصبا مثلًا لا ينظر إلى الأمور نظرته إليها وهو في سن الرجولة كما أنه في سن الشيخوخة لا يزن الحوادث بالميزان الذي وزنها به وهو في مقتبل عمره. هذا التطور في تفكير الفرد وإن كان مرتبطًا إرتباطًا متينًا بطبيعة تركيبه وبالعوامل البيولوجية والفسيولوجية التي تعمل على

نشوئه في أدوار الحياة المختلفة من ضعف إلى قوة إلى ضعف، إلا انه راجع أيضًا إلى ما يكتسبه الفرد في حياته من الخبرة وما يستخلصه من المعرفة. فالرجل في سن الخمسين أوسع خبرة منه في سن العشرين وهذه الزيادة من الخبرة يؤثر في الحمل العقلي وفي وجهة النظر إلى الأمور.

وإذا كان هذا صحيحًا إذا قلناه عن تفكير الفرد فإنه أيضًا صحيح إذا قلناه عن تفكير المجتمع وعلى وجه الخصوص صحيح إذا طبق على التفكير العلمي الذي إن هو إلا خلاصة تفكير المجتمع البشرى تتمثل فيه خبرة بني الإنسان فالتفكير العلمي إذن حي متطور تؤثر في تطوره الخبرة العلمية أو بعبارة أخرى الإضافات التي يضيفها العلماء إلى المعرفة البشرية. ونحن اليوم نعيش في عصر يشهد تطورًا عنيفًا في التفكير العلمي بل إنقلابًا بليغ الأثر في محملنا العقلى فوجهة نظر العلم اليوم نحو ما يحيط بنا من الكائنات تختلف إختلافًا بينًا عنها في أواخر القرن الماضي بل تكاد تناقضها مناقضة صريحة. هذا التطور الإنقلابي نشأ عن إضافات هامة إلى العلوم الطبيعية في نحو ثلث قرن سأحاول وصفها لكي يقف القاريء على مبلغ أثرها في التفكير العلمي. ولكي يسهل علينا تتبع هذه التطورات الحديثة يحسن بنا أن نلقي نظرة على موقف العلوم الطبيعية وحالة التفكير العلمي في أواخر القرن الماضي.

السكون آلة:

ماذا كان موقف العلوم الطبيعية إذن في أواخر القرن الماضي؟ تصور رجلًا ناجحًا في عمله شق لنفسه طريقًا في الحياة وكون له فلسفة مقنعة

طبقها في عمله فجاءت بنتائج باهرة عززت من مركزه وجعلته فخورًا بعمله راضيًا عن فلسفته مؤمنًا بنفسه وبقدرته. إن موقف هذا الرجل هو موقف العلوم الطبيعية في أواخر القرن الماضي. ففلسفة العلوم الطبيعية في أواخر القرن الماضي كانت ولا شك فلسفة مقنعة ناجحة تكاد تجمع صفات الكمال فالكون مؤلف من المادة المحسوسة التي نراها ونلمسها وهذه المادة موزعة في الفضاء الذي يحيط بنا ونحكم بوجوده بالبداهة. ثم إن الأجسام المادية تتحرك في هذا الفضاء بناء على قوانين ثابتة كشف عنها نيوتن وطبقها الرياضيون وعلماء الفلك فحصلوا على نتائج ضرب بها المثل في الدقة والضبط فأصبح من الميسور معرفة حركات الكواكب في المجموعة الشمسية والتنبؤ بمواعيد الحوادث الفلكية تنبؤًا لا يختلف ثانية واحدة عما هو مشاهد.

حقيقة كانت هناك بضع حالات تحتاج إلى شيء من زيادة البحث كحرقة عطارد إلا أن كل شيء كان يبعث على الأمل في تفسيرها تفسيرًا معقولًا منطبقًا على قوانين نيوتن. ثم إن المادة لها خواص كالمرونة والقابلية لتوصيل الحرارة والكهربائية وهذه الخواص بحثها العلماء وعرفوا لها قوانين تنظمها كقانون هوك لمرونة الجوامد وقانون بويل لمرونة الغازات وقانون أوهم لتوصيل الكهرباء كما أن المادة تقوم بها حالات كحالة الحرارة وحالة الإضاءة وحالة المغنطيسية وقد قيست هذه الحالات تبعًا لشدتها وخفتها ووجد لها نظم وقوانين أخرى تُرتب من أمرها كما بحث في الإرتباط بين الحالات المختلفة فوجد أن المغنطيسية والكهربائية مثلًا بينهما صلة وثيقة

وهذه الصلة لها قوانينها أيضًا. وقد ترتب على إكتشاف هذه الصلة ومعرفة قوانينها نتائج هامة عملية غيرت من معالم معيشة البشر فإستخدمت المصابيح الكهربائية والتلغرافات وعربات الترام في منفعة الإنسان والزيادة من رفاهيته. وقد أدى البحث في العلاقات بين الحالات المختلفة التي تقوم بالمادة إلى الكشف عن إرتباط بينها جميعًا كان له أثر بين في تطور التفكير العلمي.

فإذا نحن أمررنا تيارًا كهربائيًا في سلك رفيع كما يحدث في مصباح كهرباني فإن السلك تزداد حرارته. فالتيار الكهربائي يستهلك في رفع درجة حرارة الملك فكأنما تتحول الحالة الكهربائية إلى حالة الحرارة ويحدث هذا التحول بطريقة كمية مضبوطة بحيث تتعين كمية الحرارة المتولدة إذا عرفنا الحالة الكهربائية التي تنشأ عنها. كذلك تتحول الحرارة الميكانيكية إلى حرارة كما يحدث في قدح الزناد أو إلى حالة كهربائية كما يحدث في الدينامو الذي منه نولد تياراتنا الكهربائية. وفي جميع هذه التحولات توجد مقابلة مضبوطة بين الكميات المتناظرة. لذلك قال علماء القرن التاسع عشر بأن الكهربائية والحرارة والحركة إن هي إلا مظاهر مختلفة لشيء واحد ألا وهو الطاقة. فالطاقة الحرارية تتحول إلى طاقة ميكانيكية أو كهربائية وهكذا. والطاقة كالمادة في نظرهم شيء لا يقبل الخلق ولا الفناء وإنما يقبل التحول، وعلى هذا الأساس تحاسبنا شركة الكهرباء فالعداد الذي يضعونه في بيوتنا يحصي عدد وحدات الطاقة التي نستخدمها فسواء إستخدمناها في الإنارة أم في التدفئة أم في الطهي فإن ما ندفعه للشركة هو ثمن وحدات الطاقة في كل حالة.

فالكون إذن في نظر علماء القرن التاسع عشر هو آلة هائلة تشتغل طبقًا لقوانين ثابتة. هذه الآلة مصنوعة من المادة التي لا تقبل الخلق ولا الفناء وتقوم بالمادة أو ترتبط بها حالات كالحرارة وما أشبه هي مظاهر لشيء واحد وهو الطاقة. والطاقة كالمادة لا تقبل الخلق ولا الفناء. ومهمة العلم هي معرفة القوانين التي تنظم سير الآلة والتي تربط الطاقة بالمادة. والعلماء جادون في هذا السبيل يضيفون القانون تلو القانون والأعمال والحمد لله منتظمة على خير مايرام فإذا إستمرت الحال على هذا المنوال بلاشك في أن الإنسان سيصل إلى معرفة أسرار الكون فيهيمن عليه ويتسيطر على أجزائه.

مواطن الضعف ... الضوء ؟:

قلت أن هذه فلسفة مقنعة ناجحة تكاد تجمع صفات الكمال. وأقول «تكاد» لأن علماء القرن التاسع عشر كانوا يرون فيها بعض نقط الضعف كالثوب الجميل المتين فيه عيب صغير في بعض أكمامه–عيب ثانوي طبعًا ولكنه مع ذلك عيب. ما مكان الضوء في هذه الفلسفة؟ إننا نعلم أن الإضاءة والإستضاءة حالتان تقومان بالمادة وإذن فالضوء من نوع الحرارة والكهربائية. ومن المعلوم أن الحرارة قد تتحول إلى ضوء كما يحدث في المصابيح الكهربائية وإذن فالضوء هو مظهر من مظاهر الطاقة شأنه شأن سائر المظاهر الأخرى. إلا أن هناك أمرًا محيرًا وهو أن الضوء ينتقل في الفضاء العاري عن المادة. فالضوء إذن قائم بذاته مستقل عن المادة ولا يمكن أن يوصف بأنه حالة من حالات المادة كالحركة مثلًا.

وشأن الأشعة الضوئية في ذلك شأن الأشعة الحرارية ورهط عظيم من الأشعة الأخرى كلها تتنقل في الفضاء العاري عن المادة فلها إستقلال ذاتى لا يتوقف على وجود المادة هذا الإستقلال الذي إتصفت به الأشعة حير ألباب العلماء في أواخر القرن الماضي إذ هو مناقضة صريحة لفلسفتهم. ولذلك إلتجأوا إلى فرض وجود نوع مستحدث من المادة سموه الأثير لكي تقوم به هذه الأشعة. هذا الأثير ليس بالمادة التي نعرفها طبعاً وإنما له خاصية أساسية من خواص المادة ألا وهي خاصية التكيف بحيث يصح أن تقوم به حالة كحالة الضوء أو حالة الحرارة.

الموقف إذن في أواخر القرن الماضي يتخلص فيما يأتي:

هناك المادة وهي ذلك الجوهر الخالد الذي لا يقبل الخلق ولا الفناء. وهناك الطاقة التي هي عرض يقوم بالمادة ولكن له صفة الخلود أيضاً. وهناك الأثير الذي إضطررنا إلى إدخاله في الصورة لكي نستطيع تفسير وجود الطاقة وحدها عارية عن المادة. وطبعاً هناك الزمان وهناك المكان ولكن الزمان والكان شيئان بديهيان دائماً نفترض وجودهما. فالمكان عبارة عن مسكن أو وعاء فيه المادة والزمان هو. والزمان... هو الزمان طبعاً. ثم أن هناك فوق هذا كله القوانين الطبيعية وهي التي تنظم حركة المادة وما ينشأ عليها من التغيرات كما أنها ترتب أمور الطاقة أيضاً وما يحدث للضوء وللكهرباء وللحرارة في ظروفها المختلفة. وأهم القوانين الطبيعية وأعمها قانون بقاء المادة أو عدم فنائها. المادة هي ذلك الطوب الأزلي الذي يبنى منه العالم. ويلي هذا القانون في خطورة الشأن قانون بقاء الطاقة ثم قوانين نيوتن في الجاذبية العامة إلخ.

وهنا أصارحكم القول بأن وجهة نظر العالم اليوم إلى هذه الفلسفة تشبة وجهة نظر الرجل إلى فلسفة الطفل في حياته، ففلسفة الطفل في حياته إذا وصفناها كانت على النحو الآتي، هناك اللعب التي ألعب بها وهي أهم شيء في الوجود طبعاً ثم هناك المنزل والخادمة والطاهي والأطفال الذين يلعبون معي وهناك قواعد اللعب التي يجب إتباعها ثم أن هناك أبي وأمي طبعاً، فما هي الخبرة التي إكتسبناها والتي حولت إتجاه نظرنا إلى الأمور عما كان عليه في أوائل القرن؟.

الحقائق الجديدة المقلقة:

أولًا: زاد علمنا بتركيب المادة فقد وجدنا أن الجسيمات الصغيرة التي تتألف منها جميع المواد والتي تسمى بإلكترونات والبرتونات إن هي إلا كهرباء خالصة بل إن خاصية القصور الذاتي التي هي من أهم خواص المادة أمكن تفسيرها كنتيجة للكهربائية ناشئة عنها. وبذلك إنقلب الموقف وأصبحت المادة حالة تقوم بالكهرباء بدلًا من أن تكون الكهرباء حالة تقوم بالمادة، والأدهى من ذلك أن هذه الإلكترونات والبروتونات قد وجد أنها تتشتت إذا مرت في ثقوب ضيقة كما يتشتت الضوء بما يتفق مع أنها ذات خاصية موجية كما لو كانت مؤلفة من أمواج كأمواج الضوء. ولم تكن تعرف هذه الظاهرة حتى سنة **١٩٢٦** حين تنبأ بها دي برولي العالم الفرنسي وحقق وجودها عملياً تومسون وجرمر وغيرهما.

فالمادة إذن فقد فقدت جوهريتها وصارت في نظرنا الضوء عرضاً يقوم بغيره لا جوهراً مستقلًا بذاته.

ثانياً: زال إعتقادنا ببقاء المادة، فقانون بقاء المادة معناه أن الكتلة أو كمية المادة لاتخلق ولا تفنى فإذا إحترقت شمعة مثلًا كان مجموع كتل نتائج الإحتراق مساوياً تماماً لوزن ما إحترق مضافاً إليه وزن الأوكسجين الذي إتحد به، وكل جسم الكون له كتلة ثابتة لا تتغير إلا إذا أضفنا إلى مادته أو أنقصنا منها.

ولكن كماوفمان عام ١٩٠١ وبو شيرير عام ١٩٠٩ وجدا أن الجسيمات الصغيرة المنبعثة عن الراديوم والتي هي الإلكترونات تتغير كتلتها بحيث تزداد كلما إزدادت سرعتها. وشأنها في ذلك شأن البروتونات ولما كانت الأجسام مؤلفة من إلكترونات وبرتونات فجميع الأجسام إذن تتغير كتلتها بتغير سرعتها فلنفرض إذن جماعة من الناس يسكنون كوكباً آخر وأن هذا الكوكب يتحرك بالنسبة إلينا بسرعة تعادل نحو ٤/٥ سرعة الضوء فإذا كان لدينا آلات لمشاهدة هؤلاء القوم وتقدير كتلهم فإننا نجد أن متوسط كتلة الرجل منهم تعادل نحو ١٥٠ كيلو جراماً أو نحو ضعف متوسط كتلة الرجل منا نحكم بأهم قوم أثاقل، فإذا نحن إستطعنا التخاطب معهم (باللاسلكي مثلًا) وأخبرناهم بأن حضراتهم أثاقل فإننا ندهش عندما يجيبوننا بأن متوسط كتلة أجل منهم هو ٧٥ كيلو جراماً فقط وليس ١٥٠ كيلو جراماً كما ظننا. وليس في ذلك كذب أو رغبة في الدفاع عن النفس فإن آلاتهم وموازينهم كلها مجمعة على ذلك ثم تصوروا دهشتنا عندما يقدرون هم كتلة الرجل منا ثم يخبروننا بأن المتوسط هو ١٥٠ كيلو جراماً! إننا سنحكم ولا شك بأنهم مخطئون. فالموقف كما يأتي. نحن نكبر

من كتلهم وهم يكبرون من كتلتا فأينا المحق؟ لنفرض أننا وجدنا الحل الآتي: كل قوم محقون فيها يختص بكتلهم هم وواهمون في تقديرهم لكتل غيرهم. حسن إذن نحن واهمون في تقديرنا لكتلهم وفي الواقع وفي نفس الأمر تبلغ كتلة الرجل منهم ٧٥ كيلو جراماً هذا معناه أن الكتلة شيء لا يمكن تقديره على صحته إلا إذا كان الجسم ساكناً. إذا كان الأمر كذلك فما معنى كتلة هذه المائدة. إنها مؤلفة من ملايين من الجزئيات التي هي في حركة مستمرة وسريعة فكيف أستطيع أن أقدر كتلة كل منها؟ إنه من المستحيل علي أن أتصور نفسي متحركاً مع كل جزيء حركته الخاصة ولابد من أن أتخذ موقفاً محايداً. ولكن تقديري للكتلة في هذه الحالة ويالالأسف يجب أن يكون خاطئاً. ألا يرى القاريء أن منشأ متاعبنا هو إفتراضنا أن الكتلة شيء مطلق الوجود لا يتوقف على الظروف المحيطة به؟ هذا ما نعبر عنه بقولنا أن الكتلة هي شيء نسبي. أي هي شيء منسوب إلى ظروف خاصة أهمها في هذه الحالة حركة الجسم بالنسبة إلى من يقدر كتلته. وإذا كانت الكتلة شيئاً نسبياً فما معنى قانون بقاء الكتلة؟ أن قانون بقاء الكتلة لا يمكن أن يكون قانوناً صحيحاً لأنه لا معنى له وما لا معنى له لا نبحث في صحته. وما قيل عن قانون بقاء الكتلة يقال عن بقاء الطاقة فالطاقة أيضاً كمية نسبية تتوقف على الظروف التي تقام فيها.

ولم يقف الحد عند الكتلة والطاقة بل تعداها إلى أشياء كنا نعتبرها أكثر أساسية وأقرب إلى بداهتنا فالزمان والمكان فقد أصبحا في نظر علماء الطبيعة اليوم ظلين زائلين لا إطلاق لحقيقة وجودهما. أنا أعلم أن

هذه العبارة تظهر لأول وهلة كما لو كانت بعيدة عن كل معقول. فسأبادر بأن أقول أن الزمان الذي يشعر كل منا بمروره والمكان الذي يحل هو فيه هذان لم يمسهما أحد بسوء إنما إعتراضا على ما كان يفعل العلماء من إفتراض إمتداد زمانه الذي يشعر به بحيث يشمل العالم بأسره وكذلك من إفتراض أن المكان في خواصه وكهنه مهما بعد عنا مشابه للمكان الذي نحل فيه ويحيط بأجسامنا، على هذا نشأ الإعتراض ولا أظن أحداً يختلف معي في أنه يحق للمرء أن يفترض على مثل هذا التعميم الذي لا مسوَّغ له. فبأي حق نفترض إنك إذا وضعت ساعة في أية ناحية من نواحي الفضاء مهما بعدت عنك فإنها ستكون مضبوطة كما لو كانت في جيبك وبأي حق تظن أن الخواص الهندسية للعالم الذي يمتد إلى شاسع الأبعاد تشبه الخواص الهندسية للجزء من الفضاء الذي تحل أنت فيه؟

وتصور معي رجلًا عاش في بقعة صغيرة من الأرض فإن هذا الرجل سيتكلم عن فوق وتحت وشرق وغرب وشمال وجنوب وسيفرق دائماً بين الإتجاه الرأسي والإتجاهين الآخرين فالإتجاه الرأسي إتجاه تسقط فيه الأشياء وله صفات تميزه عن الإتجاهات الأفقية. هذا الرجل إذا قيل له أن في بقعة أخرى من بقاع الأرض ما يسميه هو فوق هو نفس ما يسمونه هم شمال فإن عقله ولاشك سيقصر عن تصديق ذلك إلا إذا فهم معنى تكور الأرض بأن شبهة له بكرة من الكرات التي نصنعها أو إنتقل فعلًا على سطحها من مكان إلى مكان ووضع نتائج التكور تحت خبرته.

كذلك نحن نرى أن ما نسميه الزمان يتميز تماماً عن كل ما نسميه المكان

وقد طلب منا إينشتين أن نسلم بأن هذا التمييز وإن كان قائماً وصحيحاً في كل بقعة من بقاع العالم على حده إلا أننا إذا إنتقلنا من بقعة إلى أخرى فلابد من أن يتحول إتجاه الزمان قليلًا بحيث يصبح مغايراً لما كان عليه في البقعة الأخرى. ولسوء الحظ أن خبرتنا العملية في الحركة والإنتقال لا تزال محدودة فإن أعظم سرعة تحرك بها أحد أبناء البشر لم تزد عن ٤٠٠ ميل في الساعة في حين أن أقل سرعة تحدث تأثيراً محسوساً في إختلاط الزمان بالمكان لا تقل عن ٢٠٠٠٠ ميل في الثانية الواحدة.

الحالة الآن:

والآن وقد اختلط الزمان بالمكان وزالت معالم المادة وإختلطت هي بالنور ماذا يحدث للقوانين الطبيعية! إن الزمان والمكان لا يسمحان لي بشرح هذه النقطة الشرح الذي تستحقه ولكني سأذكر وجهة النظر الحالية. إننا نقسم القوانين الطبيعية إلى قسمين: قسم نسميه القوانين الإحصائية وهذه لا تعبر إلا عن قوانين الصدفة والإحتمال أمثال ذلك قانون بويل للغازات. فما هو إلا نتيجة وجود عدد كبير من جزيئات الغاز في إضطراب مستمر بحيث لا نظام إلا نظام الصدفة والإحتمال، والقسم الثاني نسميه القوانين التطابقية ومثال هذه القانون الذي إكتشف جحا في الحكاية المشهورة. فإن جحا كان يسوق عشرة حمير فوجد أنه إذا ركب واحداً منها وساق الباقي ثم عد حميره فإن عددها يكون ٩. أما إذا نزل ومشى ثم عدها فإن عددها يكون ١٠ وهكذا إكتشف جحا قانوناً من القوانين لا يختلف في كهنه عن كثير من قوانين الطبيعة.

وربما كانت خير وسيلة لختام هذا المقال أن أنقل ترجمة العبارة التي ختم بها السر جيمس جينز كتابه الكون الغامض، قال تعر بة: «لقد حاولنا أن نبحث فيما إذا كانت العلوم الحديثة عندها ما تقوله عن مسائل صعبة معينة ربما كانت إلى الأبد بعيدة عن منال العقل البشري. ولا نستطيع أن ندعي أننا لمحنا أكثر من بصيص ضعيف من النور. وربما كنا واهمين تماماً في لمح هذا البصيص فإننا ولا شك قد إضطررنا إلى أن نجهد أعيننا إجهاداً عظيماً قبل أن تظفر برؤية شيء ما. ولذا فليس مغزى كلامنا أن العلم عنده قول فصل يلقيه بل بالعكس ربما كان خير ما نستطيع أن نقوله إن العلم قد عدل عن إلقاء الأقوال فإن نهر المعرفة قد تعرج في إتجاه سيره مراراً وتكراراً بما لا يسمح لنا بأن نحكم بالناحية التي فيها مصبه».

التطورات الحديثة في آرائنا عن تركيب المادة

لا حاجة بي إلى أن أنوه بأهمية البحث في تركيب المادة سواء أكان ذلك من الناحية الأكاديمية والفلسفية البحتة أم من ناحية أثره في الرقي الصناعي وتقدم العمران. فإن إزدياد فهمنا لتركيب المواد التي تحيط بنا وكشفنا عن خبايا صنعها وما إنطوت عليها من القوى الكامنة–إن هذا كله عدا ماله من اللذة الفكرية–يمكننا من إستخدام هذ المواد وتلك القوى لمنفعة البشر والرفاهية الأسرة الإنسانية. والقصة التي سأتلوها هي قصة العقل البشري وسعيه المتواصل وراء إرجاع ما هو معقد منشعب إلى ماهو بسيط محصور. وهو في سعيه هذا لا يألو جهدًا في تذليل ما يعترضه في

طريقه من الصعاب والإستفادة مما يصادفه من حسن الحظ متوخيًا طلب الحقيقة لذاتها لا متمسكًا برأي قديم لقدمه ولا متعلقًا بمذهب جديد لجدته. وسأطلب إلى القارئ بادىء ذي بدء أن ينظر إلى ما حوله من مختلف المواد وكذلك أن تستعيد ذاكرته ما وقع عليه حسه من المادة في صورها المتباينة ومظاهرها المتعددة. فإذا علم بعد هذا أننا نستطيع اليوم أن نثبت أنها كلها مؤلفة من نوعين إثنين[1] من الجواهر وأن ننبئ في كثير من الأحوال بعدد هذه الجواهر وكيفية ترتيبها في بناء المادة و إذا راعينا أن الوصول إلى هذه المعرفة لم يستغرق أكثر من نيف ومائة سنة أدركنا مبلغ نجاح الطريقة العلمية في كشف أسرار الكون. ولكن أراني أبدأ بآخر قصتي فلأعد إلى البداية.

فعلنا بتركيب المادة يرجع إلى النصف الأول من القرن الماضي حين وجد علماء الكيمياء في ذلك العصر وعلى رأسهم چون دلستون أن من الممكن تخصيص رقم معين لكل عنصر من العناصر الكيميائية بحيث أنه كلما دخل عنصر في مركب كيميائي دخل بنسبة الرقم المخصص له أو بنسبة أحد مضاعفات هذا الرقم. فمثلًا الرقم المخصص للأوكسجين هو ١٦ وللكربون هو ١٢ وإذن فكلما دخل الأوكسجين مع الكربون في مركب من المركبات دخلت ١٦ جرامًا من الأول مع ١٢ جرامًا من الثاني أو ٣٢ جرامًا من الأول مع ١٢ من الثاني وهكذا. هذا القانون يعرف بقانون «النسب المضاعفة». ولما كان قانونًا عامًا منطبقًا على جميع

[1] كتب هذا المقال عام ١٩٣٠ وقد كشف من ذلك عن جواهر أخرى موصوفة في المقال التالي.

العناصر وعلى جميع المركبات بدقة عظيمة فقد كان من الطبيعي أن يفترض دولتون وأصحابه أن الرقم ١٦ يمثل وزن ذرة الأوكسجين والرقم ٢١ يمثل وزن ذرة الكربون وأن عددًا من ذرات العنصر الأول يتحد مع عدد من ذرات العنصر الثاني فيتكون بذلك جزئ من المركب الكيميائي. وقد كان الرأي في ذلك الوقت أن الذرة هي الجوهر الفرد الذي لا يقبل التجزئة ولذلك إشتق إسمها من الكلمة الإغريقية «أتوموس» التي معناها لا يقبل القطع أو الكسر، ويرى القارئ أن هذا «الفرض الذري» كما يسمى هو من نوع الفروض العملية التي تعززها التجارب العملية وقد نجح نجاحًا كبيرًا بحيث يصح أن يعتبر بحق أساس علم الكيمياء.

وشرع الكيميائيون من القرن الماضي في حصر العناصر فعثروا على نحو السبعين عنصرًا قاسوا أوزان ذراتها بنسبتها إلى أخفها وهي ذرة الأيدروجين كما أخذوا يحللون سائر المركبات الكيميائية وبذلك توصلوا إلى تعيين عدد الذرات المختلفة المؤلفة الجزيئات. فالمركبات الكيميائية في نظر علماء القرن التاسع عشر إذن مؤلفة من جزيئات وكل جزيء يتألف من ذرات كل ذرة منها تنتمي إلى عنصر من العناصر. ولما كانت جميع المواد التي يقع عليها حسنًا هي إما عناصر أو مركبات أو مزيج من هؤلاء فيكون هناك نحو السبعين جوهرًا فردًا تتألف منها جميع المواد على إختلاف أجناسها. فالماء مثلًا (إذا إفترضنا أنه نقي تمامًا) مؤلف من جزيئات متشابهة كل واحد منها هو جزيء الماء وكل جزئ مؤلف من ذرتين من ذرات الأيدروجين وذرة من ذرات الأوكسجين وهنا تنشأ ثلاث مسائل تعن للفكر بداهة.

(الأولى) عن الجزيئات معتبرة كواحدات مستقلة هل هي ساكنة أم في حركة مستمرة وكيف هي موزعة في الفضاء ثم ما هي القوى التي تجمعها جميعًا ومنعها من التفرق و(الثانية) عن تركيب الجزيء الواحد، ما شكله وكيف ترتبط ذرتا الأيدروجين بذرة الأوكسجين و(الثالثة) عن الذرة الواحدة ما الفرق بين ذرة وأخرى ومم تتألف الذرة.

* * *

فأما عن المسألة الأولى قد فهمها علماء القرن التاسع عشر فهمًا صحيحًا ووصلوا في حلها إلى شأو بعيد. ذلك أنهم إفترضوا أن الجزيئات في حركة مستمرة متشعبة كأنها جماعة من النحل في إضطراب عظيم تعدو الواحدة منها حتى تصطدم بأخرى (أو بجدار الإناء) فترتد عن هذا الإصطدام إلى إصطدام آخر وهكذا. وهذا الإضطراب المستمر هو منشأ حرارة المادة فإذا زاد إزدادت درجة الحرارة و إذا نقص نقصت، كما أن إصطدام الجزيئات المتواصل بجدران الإناء هو سبب الضغط الواقع على هذه الجدران، وتعرف هذه النظرية بالنظرية الكينيتيكية أي الحركة ويرجع الفضل الأكبر فيها إلى كلارك مكسول العالم الأسكتلندي الذي ربما كان أعظم من أنجبه القرن الماضي من الباحثين.

وقد نجحت هذه النظرية نجاحًا عظيمًا في تفسير القوانين الطبيعية للأجسام بحيث أصبحت اليوم من النظريات المجمع عليها من العلماء. ولكي تتكون عند القارئ فكرة عن هذه الجزيئات وعن حركاتها أذكر أن في كل سنتيمتر مكعب من الماء بوجد نحو ٣٠ ألف مليون مليون مليون

جزيء وأن متوسط سرعة الجزيء الواحد نحو ٣٠ كيلو مترًا في الدقيقة الواحدة وأن وزن الجزيء لا يتعدى ثلاثة أجزاء من مائة ألف مليون مليون مليون جزء من الجرام.

وأما عن المسألة الثانية وهي الخاصة بتركيب الجزيء فهذه من أعوص المسائل التي لم نكد نعرف عنها شيئًا إلى اليوم.

وأما عن المسألة الثالثة وهي الخاصة بتركيب الذرة فهذه ما سأخصص لها ما تبقى من هذا المقال.

وسأبدأ بأن أطلب من القارىء أن يتأمل قليلًا في مصباح كهربائي، هو يتركب من زجاجة منتفخة داخلها سلك دقيق متوهج. ولكن ما السبب في توهج السلك؟ سيقال «مرور التيار الكهربائي فيه». إذن فالسلك يسمح بمرور التيار الكهربائي، لنفرض أنا أتينا بزجاجة منتفخة مثل هذه ولحمنا بها طرفي سلكين ثخينين من نوع هذه الأسلاك الكهربائية التي لا تتوهج لثخانتها وكانت الزجاجة تحتوي على هواء ثم وصلنا السلكين بقطبي آلة مولدة للكهرباء فهل يمر التيار في الهواء كما يمر في هذا السلك؟ وهل يتوهج الهواء؟ نحن نعلم أن الهواء موصل رديء للكهرباء فإذن لا ينتظر أن يمر فيه التيار والواقع أن التيار لا يمر مادام ضغط الهواء كبيرًا من نوع ضغط الهواء الجوي، ولكن إذا أنقصنا الضغط تدريجًا فإن مقاومة الهواء للتيار تقل تدريجًا إلى أن تصل إلى حالة فيها يمر التيار داخل الزجاجة خلال الهواء كما يمر خلال السلك المعدني وعندها يتوهج الهواء بشكل جذاب و مسترع للنظر، هذه الظاهرة في حالتها

العامة هي ما يعرف «بمرور الكهرباء في الغازات» عنى بدراستها علماء الطبيعة في العقد الأخير من القرن الماضي وفي أوائل القرن الحالي فكانت مفتاح عصر جديد أدى بنا إلى تركيب الذرة.

ففي هذه الصورة التي إلى اليسار يرى القارئ أنبوبة من الزجاج تحتوي على غاز متخلخل أي قليل الكثافة يمر فيه تيار كهربائي وترى أشعة تنبعث عن القطب السالب. هذه الأشعة هي ما يسمى بأشعة المهبط والمهبط إسم آخر للقطب السالب كما أن المصعد إسم للقطب الموجب، وإذا وضعنا حائلًا في سبيل هذه الأشعة فإنه يكون له ظل مما يدل على أن الأشعة تتحرك في خطوط مستقيمة، هل هذه الأشعة هي من نوع أشعة الضوء؟ الجواب عن هذا بالسلب، فإن الضوء لا يتحرك عن سبيله بتأثير قوة مغنطيسية وأما هذه فتنحرف. وقد ثبت أن هذه الأشعة تتألف من جسيمات صغيرة مشحونة شحنة سالبة ومتحركة بسرعات تختلف بإختلاف أحوال الجهاز. هذه النتائج قد وصل اليها من أبحاث هيتورف وبلوكر وپران وكروكس ولنارد والسر جوزف طمسن، وإذا وقعت أشعة المهبط على حائل في طريقها صدر عن هذا الحائل أشعة خفيفة لها مقدرة على إختراق المواد الجامدة المعتمة والتأثير في الألواح الحساسة الفوتوغرافية وأول من شاهد ذلك الأستاذ رنتجن عام ١٨٩٥ ولهذه الأشعة شأن خاص اليوم في عالم الطب والجراحة كما هو معلوم، وأشعة رنتجن لا تتحرف بتأثير المغنطيس وقد دلت التجارب على إنها من نوع الأشعة الضوئية أي أنها تموجات متنقلة في الفضاء وترجع قدرتها على إختراق

المواد المعتمة إلى قصر موجاتها مما يسمح لها بالمرور بين جسيمات المادة. ويبلغ طول موجاتها نحو جزء من مائة مليون جزء من السنتيمتر الواحد أو نحو جزء من عشرة آلاف جزء من طول موجات الأشعة المرئية.

* * *

سأنتقل الآن إلى مصدر آخر ذي شأن عظيم من مصادر علمنا بتركيب الذرة وأقصد ظاهرة النشاط الإشعاعي التي تتجلى بأجلى مظاهرها في عنصر الراديوم، ويرجع تاريخ هذه الظاهرة إلى سنة **١٨٩٦** حين وجد العالم الفرنسي بكرل أن الكبريتات المزدوجة لليورانيوم والبوتاسيوم تؤثر في لوح فوتوغرافي حساس إذا كانت مجاورة له في الظلام، ووجد بكرل أن هذا التأثير ناشيء عن صدور أشعة خفيفة عن هذه المادة تشبه أشعة رنتجن، وسميت هذه الأشعة بأشعة بكرل ثم وجد أنها تصدر عن بعض المواد الأخرى كعنصر الثوريوم ومركباته. وقد إتجهت الأنظار إلى هذه الظاهرة الخفية التي سميت بظاهرة النشاط الإشعاعي، وبينما كانت مدام كوري تمتحن معادن مختلفة بغرض العثور على عناصر لها هذا النشاط الخاص وفقت هي وزوجها المسيو كوري إلى إكتشاف عنصر الراديوم الذي هو أنشط العناصر التي نعرفها إشعاعًا. وينبعث عن عنصر الراديوم ثلاثة أنواع رئيسية من الأشعة وهي أشعة ألفا وأشعة بيتا وأشعة غما ودلت التجارب على أن أشعة ألفا مؤلفة من جسيمات صغيرة مشحونة شحنة إيجابية ويبلغ وزن الواحدة منها وزن ذرة الهيليوم أي نحو أربعة أضعاف وزن ذرة الأيدروجين، أما أشعة بيتا فلا تختلف عن أشعة المهبط التي ذكرتها في شيء

ما فهي جسيمات صغيرة مشحونة شحنة سالبة ومتحركة بسرعات متفاوتة، وأما أشعة غما فهي من نوع أشعة س وهي أحد قليلًا من أشعة س المستعملة عادة أي أقصر منها موجة.

* * *

لو أنني كتبت هذا المقال منذ أربع سنوات[١] لوقفت عند هذا الحد (ولعل بعض القراء يود لو أن الأمر كان كذلك) إلا أني أكون مقصرًا في واجبي إذا لم أطلع القارئ بإختصار على تطور هام حدث في آرائنا عن تركيب المادة في خلال السنوات الأربع الماضية. إن الضوء قد فسر بأنه أمواج في الفضاء ومن أهم الأدلة على ذلك أن الضوء إذا مر في ثقب دقيق أو إعترضه حائل معتم صغير نشأ عن ذلك ما يسمى بالتداخل أو الإشتباك بين الأمواج فبدلًا من أن يسير الضوء في خطوط مستقيمة تشتبك أجزاؤه ولما كانت أشعة س من نوع الأشعة الضوئية فإنها تنتج مثل هذه الظاهرة إذا أمررناها في معدن متبلور أو في صفائح فلزية رقيقة وفي هذه الحال تقوم ذرات المعدن أو الفلز مقام الحوائل في حالة الضوء المرئي.

وفي عام ١٩٢٦ جاء العالم الفرنسي لوي ده بروِلي بنظرية مؤداها أن الإلكترونات هي عبارة عن أمواج كهربائية متجمعة في حيز صغير وقام بعض علماء الطبيعة بإمتحان هذه النظرية منهم دافسن وجرمر وطمسن (الإبن) بأن أمروا إلكترونات متحركة خلال معادن متجاورة وصفائح فلزية.

---

[١] أنظر الحاشية على صفحة ٩٤.

ويرى في الصورة نتيجة تجربة طمسن منها يتضح أن الإلكترونات المتحركة هي كما لو كانت أمواجًا من نوع أشعة س أي من نوع النور المرئي هذا التطور كان له أثر عظيم في فلسفتنا عن تركيب المادة وعن الفرق بين المادة والنور. فالإلكترونات التي تتألف منها جميع المواد يظهر أنها لا تختلف في كنهها عن النور الصادر عن مصباح وإذن فالمادة يظهر أنها لا تختلف في كنهها عن النور.

وقد أتيح لي أخيرًا أن أضيف إضافة يسيرة إلى الأبحاث في هذه النقطة إلا أن الأمر لا يزال غامضًا وفي حاجة إلى كثير من النور.

* * *

ومن قديم الزمن كان النور رمزًا على المعرفة واليوم نرى المعرفة قد إتصلت بالنور وإتصلت بالمادة حتى كادت جميعًا تستحيل الواحدة إلى الأخرى أو تستحيل إلى شيء واحد. ومن يدري ما يخبئه لنا الزمان فلعله هو أيضًا بعد أن إختلط بالمكان في النظرية النسبية مختلط بالنور وبالمادة وبالمعرفة بحيث لا يبقى إلا شيء واحد أترك للأجيال القامة أن تجد له إسمًا.

الجسيمات التي كشفت حديثاً في علم الطبيعيات

في المقال السابق الذي كتب في شهر مارس من سنة ١٩٣٠، تكلمت عن تركيب المادة.

وقد أشرت إلى الرأي الذي كان سائدًا بين العلماء في ذلك الوقت

من أن المادة ربما كانت مؤلفة من جوهر بن إثنين أوليين الألكترون والبروتون. قد كان من المسلم به أن هذين الجوهرين الرئيسين كافيان لبناء سائر العناصر الكيميائية. فالإلكترون وهو الذي يحمل شحنة كهربائية سالبة، كان بمثابة أحد الجنسين المكونين للمجموعة المادية والبروتون—الذي يحمل الشحنة الموجبة–كان بمثابة الجنس الآخر.

والآن، ولا يمض من الزمن إلا فترة يسيرة[1]، أرى من الضروري أن أصحح الفكرة التي صورتها في مقالي السالف، وفي ذلك دليل واضح على سرعة تقدم العلوم الطبيعية في العصر الحاضر. ويرجع السبب في تعديل آرائنا في هذا الموضوع إلى الكشف عن جسيمات أساسية غير الإلكترون والبروتون، عثر عليها في خلال السنوات الخمس الماضية، وهذه الجسيمات هي:

١–النيوترون أو البروتون عديم الشحنة.

٢–البوزيتزن أو الإلكترون الموجب.

٣–الديبلون أو نواة الأيدروجين الثقيل.

وسألخص الطريقة التي عثر بها على كل جسيم من هذه الجسيمات، وأذكر شيئًا عن خواصه الرئيسية.

---

[1] كتب هذا المقال عام ١٩٣٥ ومنذ ذلك الوقت قد عثر على جسم جديد آخر أطلق عليه الإسم «الميزون».

(١) النيوترون:

يرجع الكشف عن النيوترون إلى البحوث التي قام بها بوث وبكر[١] عام ١٩٣٠، وكانا يجريان تجاربهما على أشعة «ألفا» الصادرة عن عنصر البولونيوم، وأشعة ألفا هي عبارة جسيمات صغيرة متحركة بسرعات عظيمة كل جسيم منها يزن نحو أربعة أمثال ذرة الأيدروجين، ويحمل شحنة موجبة تعادل ضعف ما يحمله البروتون. هذه الجسيمات أو هذه الأشعة كما تسمى مجازًا، كان يسلطها الباحثان المشار إليهما على عناصر مختلفة لمعرفة نتائج إصطدامها مع ذرات هذه العناصر. وقد وجدا أن بعض العناصر، لا سيما الليثيوم والبورون والفلورين، يصدر عنها في هذه الظروف أشعة، تمر من خلال سنتيمترين من النحاس، وأن عنصر البريليوم على وجه خاص غني بمثل هذه الأشعة. ولما كانت هذه الأشعة عديمة الشحنة، فقد إفترض بوث وبكر، بدون مناقشة، أنها أشعة جما أي أنها أشعة من نوع أشعة الضوء وليست جسيمات متحركة. وتابع جوليو وزوجه إيرين كوري جوليو[٢] (مدام كوري سابقًا) هذه الأبحاث مستخدمين مصدرًا أقوى من البولونيوم، فوجدا أن الأشعة المشار إليها تخترق عدة سنتيمترات من الرصاص، كما وجدا أن هذه الأشعة تطرد البروتونات من شمع البارافين، إلا أن مدى هذه البروتونات لا يتفق مطلقًا وإفتراض أن هذه الأشعة هي أشعة جما. وفي ظرف يوم أو يومين من ظهور بحث جوليو

---

[1]Bothe and Becker

[2]Joliot et Jiène Curie Joliot

رزوجه بين تشادوك[١] أن كل الصعوبات القائمة في سبيل تفسير هذه الأشعة تنمحي إذا إفترضنا أنها مؤلفة من جسيمات عديمة الشحنة أي من نيوترونات. ومنذ ذلك الحين قد إستحدثت النيوترونات بطرق مختلفة أخرى أهمها طريقة إستخدام بروتونات تزاد سرعتها بواسطة مجال كهربائي. وقد وجد أن كتلة النيوترون تعادل كتلة البروتون وقدر لها تشادوك ١,٠٠٦٦ من كتلة البروتون.

(٢) البونيترون أو الإلكترون الموجب:

ويرجع الكشف عنه إلى بحوث أندرسن[٢] من پايزينا بأمريكا. وكان يشتغل في البحث عن الجسيمات التي تفصلها الأشعة الكونية عن جزيئات الغازات، وكان أندرسن يستخدم مجالًا مغنطيسيًا يعادل نحو ١٥٠٠جاوس، لمعرفة مقدار طاقة الجسيمات. وقد عثر أندرسن على جسيمات يمكن أن تخترق لوحًا من الرصاص سمكه ٦ مليمترات، وبمقارنة إنحناء مسار الجسيم في ناحيتي اللوح، يمكن معرفة إتجاه حركة الجسيم، وقد وجد أن الجسيم يحمل شحنة موجبة وأن كتلته أقل بكثير من كتلة البروتون. وفي نفس الوقت كان بلاكيت وأوتشياليني[٣] يجريان مثل تجارب أندرسن بجهاز يمتاز عن جهاز أندرسن بأن التمدد في الغاز لا يحدث إلا عند مرور الأشعة الكونية، وقد أثبت هذان الأخيران أن الشحنة موجبة.

---

[١] **Chandwick** نشر بحثه في مجلة **Nature** في أوائل سنة ١٩٣٢.

[2] **C. D. Anderson**

[3] **Blackett and Occhialini**

وقد أمكن إحداث الإلكترون الموجب بطرق أخرى أهمها: (١) أن الأشعة الصادرة عن عنصر البريليوم والناشئة عن وقوع أشعة من عنصر البولونيوم عليه، والتي تتألف من أشعة ألفا ونيوترونات إذا وقعت على عنصر الرصاص صدر عن هذا العنصر إلكترونات موجبة. وقد وجد هذا كل من تشادوك وبلاكيت وأوتشياليني وغيرهم. (ب) أن أشعة جما الصادرة عن الثوريوم C (أو الراسب الفعال للثوريوم) إذا وقعت على الرصاص صدر عن هذا الأخير إلكترونات موجبه. وقد إكتشف ذلك المذكورون وأندرسن.

(٣) الديبلون:

كان الكشف عن هذا الجسم ناشئًا عن الدقة الشديدة في قياس الفروق الصغيرة وملاحظتها كما حدث في الكشف عن عنصر الأرجون في الهواء الذي قام به الورد رايلي: فكثافة غاز الهيدروجين يمكن قياسها بالطرق الكيمائية ويمكن مقارنتها بكثافة غاز الأوكسيجين. كما أنه من الممكن أيضًا قياس هاتين الكثافتين ومقارنتهما بطريقة حركة البروتونات في جهاز ولسن وقد لاحظ بيرج ومندل[١] أن بين الطريقتين فرقًا يعادل نحو ١/٥٠٠٠ ووجدا أن هذا الفرق أكثر من الخطأ المحتمل وقوعه، وقد فرضنا أن العلة في هذا القرق ربما كانت راجعة إلى وجود أيدروجين ذرته أثقل من ذرة الأيدروجين العادي.

---

[1] Birg and Mendee

وقد حقق صحة هذا الزعم كل من يوري، وبركودل، وميرفي[1] بطريقة التحليل الطيفي بمشاهدة خط خافت في طيف الأيدروجين. وقد وجد يوري وواشبرن أن التحليل الكهربائي يزيد عن نسبة الأيدروجين الثقيل في الماء وحصلا على ماء ثقيل مركز بواسطة التحليل الكهربائي المتكرر.

ويوجد نحو سنتيمتر مكعب واحد من الماء الثقيل في كل ٦ لترات من الماء العادي. وأول من حضر الماء الثقيل خالصًا تقريبا هوجتن. لويس[2] من كاليفورنيا. وأرسل عينات منه لمعامل أوربا وأمريكا لدراسة خواصه.

وقد سمى الأيدروجين الثقيل بإسم ديبلوجين؛ وتتألف ذرته من ديبلون وإلكترون كما تتألف ذرة الأيدروجين الخفيف من بروتون وإلكترون.

والديبلون جسيم شحنته تساوي شحنة البروتون، ولكن كتلته تساوي ضعف كتلة البروتون.

وقد تمكن لويس أخيرًا من تحويل الديبلون إلى ٢ پروتون وإلكترون واحد. وإذا كان الأمر كذلك فإن الديبلون لا يخرج عن أنه ذرة مركبة، شأنه شأن نوى العناصر الأخرى.

ولا أريد أن أخوض في الأهمية النظرية والعلمية لهذه الإستكشافات،

---

(1) **Urey, Birkweddle and Murphy**

(2) **O. N. Lewis**

فليس الغرض من هذا المقال، إلا شرح طريقة الكشف عنها والبيان عن خواصها الرئيسية.

علاقة المادة بالإشعاع

قبل أن أتكلم عن علاقة المادة بالإشعاع، سأوجز شيئًا عن كل منهما على إنفراد. فالمادة كانت ولا تزال موضع درس العلماء، وكانت دراسات المادة حتى أواخر القرن الماضي تنقسم قسمين رئيسين: الدراسات الطبيعية التي كانت ترمي إلى تعرف أحوال المادة المختلفة الجامدة والسائلة والغازية وتأثرها بالمؤثرات الطبيعية المختلفة كالحرارة والقوى الميكانيكية وخصائصها الطبيعية، كالمرونة والتوتر السطحي؛ والدراسات الكيميائية التي كانت تبحث في التفاعلات الكيميائية بين المواد المختلفة وتكوين المركبات من العناصر وتحليلها إلى هذه العناصر؛ وكيف أن هذه العناصر يمكن أن تتحد بطرق مختلفة لتكوين مركبات مختلفة بعضها غير عضوي وبعضها عضوي. وقد أدت كل من الدراسات الطبيعية والدراسات الكيميائية للمادة إلى النتيجة الهامة الآتية وهي: أن المواد على إختلاف أنواعها وصورها مؤلفة من عدد محدود من العناصر (هذا العدد هو إلى حد علمنا الآن نحو ٩٢ عنصرًا) كما أدت إلى أن العناصر المختلفة مؤلفة من ذرات مختلفة وبذلك تكون المواد جميعًا مؤلفة من نحو ٩٢ نوعًا مختلفًا من الذرات.

وفي أواخر القرن الماضي بدأت طائفة من المباحث الجديدة، قوامها

البحث عن تركيب الذرة ذاتها، فوجد أن هناك جسيمات أصغر من الذرة وداخلة في تركيبها، ووسائل هذا البحث من الناحية التجريبية كانت في أول الأمر تكاد تكون محصورة في دراسة ما يحدث عندما تمرر تيارًا كهربائيًا في غاز قليل الضغط، والقارىء خبير بالمظهر الخارجي لمرور الكهرباء في الغازات. فالإعلانات المختلفة التي كنا نراها قبل الحرب تتوهج بألوان مختلفة والتي تسمى في العرف التجاري «أنابيب النيون» هذه العلامات المنيرة، كانت في في أواخر القرن الماضي وأوائل القرن الحالي لا تكاد ترى إلا في معامل الطبيعة بالجامعات؛ وقد كانت ولا تزال وسيلة من أهم وسائل الكشف عن تركيب الذرة، وقد وجد أنه أيًا كان الغاز الذي تحتويه هذه الأنابيب، فإن القطب السالب الكهربائي المثبت داخل الأنبوبة، تنبعث عنه جسيمات صغيرة تتحرك بسرعات تقدر بعشرات الألوف من الكيلو مترات في الثانية الواحدة، وأن كل جسيم من هذه الجسيمات يحمل شحنة كهربائية سالبة ذات قدر معلوم، كما أن الجسيمات كلها متساوية الوزن ويساوي وزن كل منها نحو ١/١٨٥٠ من وزن أخف ذرة نعرفها وهي ذرة الإيدروجين، وسميت هذه الجسيمات بالألكترونات ويرجع الفضل في الكشف عن الإلكترونات إلى ج.ج طومسون بإنكلترا ور.ا. مليكان بأميركا وغيرهما. وحوالي نفس الوقت في أواخر القرن الماضي إكتشفت ظاهرة النشاط الإشعاعي الذاتي في عنصر اليورانيوم وعنصر الراديوم وبعض العناصر الأخرى، ووجد أن هذه العناصر لها خاصية قوامها أن ذراتها تنكسر أو تتجزأ فتنبعث منها جسيمات صغيرة بعضها إلكترونات والبعض نوع آخر من الجسيمات يبلغ وزن كل منها نحو أربعة أمثال وزن

ذرة الإيدروجين، وتحمل كل منها شحنة موجبة تعادل من حيث المقدار ضعف شحنة الإلكترون. هذه الجهات التي سميت جسيمات ألفًا وجدت أنها عبارة عن ذرة من ذرات غاز الهليوم مجردة من الإلكترونين اللذين تحملهما. وعثر أيضًا على جسيمات أخرى سميت برتونات وهي عبارة عن ذرات إيدروجين مجردة من إلكتروناتها. وفي المقال السابق ذكرت الجسيمات التي إكتشفت منذ سنة ١٩٣٠ وهي:

اليوزيترون......أو الإلكترون الموجب.

النيوترون.......أو البروتون المتعادل.

الديبلون........أو البروتون الثقيل.

ومنذ سنة ١٩٣٦ حدث تقدم كبير في إستخدام النيوترونات لإحداث ما يسمى بالنشاط الإشعاعي الإصطناعي أو المكتسب، فقد وجد أن العناصر التي ليس لها نشاط إشعاعي ذاتي يمكن تحويلها إلى عناصر ذات نشاط إشعاعي مكتسب بتعريضها للنوترونات المتحركة ولا بأس من الإشارة هنا إلى ما حدث أخيرًا من التوصل إلى قسمة أو فلق ذرة اليورانيوم بتعريضها لنوترونات بطيئة فقد تمكن هاهن وشتراسمان في برلين من الحصول على عنصر الباريوم ووزنه الذري ١٣٧ من عنصر اليورانيوم الذي وزنه الذري ٢٣٨ وحدث مثل ذلك العنصر الثوريوم (٢٣٢).

وخلاصة ما تقدم أن المادة مؤلفة من جسيمات. وأن أمامنا اليوم قائمة من هذه الجسيمات بعضها مشحون كهربائيًا وبعضها عديم الشحنة،

وأننا في طريقنا إلى الحصول على الجسيمات الخفيفة من الجسيمات الثقيلة؛ وغاية ما يمكن أن نطمع فيه في هذا الدور من تطور العلم؛ أن نرجع الجسيمات جميعًا إلى نوع واحد رئيسي أو نوعين من الجواهر الإبتدائية؛ هذا عن المادة.

أما الإشعاع فكان فلاسفة الإغريق مختلفين في هل كانت رؤية الأشياء تنشأ عن خروج شعاعة من العين تصل إلى المرئي أو وصول شعاعة من المرئي إلى العين. وكان الرأي الغالب (قال به إقليدس وغيره) أن الرؤية تحدث بخروج شعاعه من العين إلى الجسم المرئي. ويرجع الفضل في وضع على الضوء إلى العرب كما يثبت من الاطلاع على مؤلفات إبن الهيثم. وقد قال إبن الهيثم في أول رسالته في الضوء ما يأتي: «الكلام في ماهية الضوء من العلوم الطبيعية والكلام في كيفية إشراق الضوء محتاج إلى العلوم التعليمية من أجل الخطوط التي تمتد عليها الأضواء وكذلك الكلام في ماهية الشعاع هو من العلوم الطبيعية والكلام في شكله وهيئته هو من العلوم التعليمية، وكذلك الأجسام المشعة التي تنفذ الأضواء فيها والكلام في ماهية شفيفها هو من العلوم الطبيعية والكلام في كيفية إمتداد الضوء فيها هو من العلوم التعليمية، فالكلام في الضوء وفي الشعاع وفي الشفيف، يجب أن يكون مركبًا من العلوم الطبيعية والعلوم التعليمية». وقد دل إبن الهيثم بذلك على إدراكه الفرق بين ما نسميه اليوم علم البصريات الطبيعية وعلم البصريات الهندسية، وقد عرف عن البصريات الهندسية الشيء الكثير في العصر العربي وفي العصور الحديثة الأولى. أما البصريات الطبيعية

فلم تتقدم تقدمًا محسوسًا حتى أواخر القرن السابع عشر. ويقترن هذا التقدم بأسماء رومر الذي قاس سرعة الضوء سنة ١٦٧٥ فوجدها ما يقرب من ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر في الثانية الواحدة، وحققها بعد ذلك فيزو سنة ١٨٤٩ وفوكو سنة ١٨٦٢ وهويجنز الذي أسس النظرية الموجبة للضوء عام ١٦٧٨ وينج وفرينل وأراجو وغيرهم. والنظرية الموجية للضوء هي بلا شك نظرية هامة أمكن بواسطتها تفسير معظم الخواص الطبيعية للضوء. وهذه النظرية تفرض أن الضوء حركة إهتزازية تنتقل من الجسم المضيء إلى ما حوله وقد أمكن تفسير قوانين الإنعكاس والإنكار بناء على هذه النظرية كما أمكن على وجه الخصوص تفسير ظواهر التدخل في الأمواج وقد وجد أنه عندما يمر الضوء في ثقب صغير، فإننا نحصل على مناطق مضيئة فمناطق مظلمة مضيئة وهكذا مما يعزز النظرية الموجية. وبواسطة النظرية الموجية صار في الوسع أن يفسر الإختلاف في الألوان على أنه إختلاف في الطول الموجي، كما أنه عممت فكرة الضوء بحيث شملت جميع الأشعة المرئية منها وغير المرئية. فأشعة اللاسلكي التي تبلغ طول الموجة فيها مئات الأمتار والأشعة الحرارية والأشعة المرئية والأشعة التي بعد البنفسجية والتي تقل طول الموجة فيها عن ١/١٠٠٠ من السنتيمتر، وكذلك الأشعة السينية وأشعة عما والأشعة الكونية جميع هذه تؤلف سلسلة تكاد تكون متصلة الحلقات من الأشعة تطلق عليها جميعًا إسم الأشعة أو الإشعاع. وخلاصة القول إذن أن الإشعاع هو تموجات تنتقل بسرعة ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر في الثانية الواحدة وتختلف في أطوال أمواجها.

وإذا كانت المادة عبارة عن جسيمات والأشعة عبارة عن تموجات، فإنه ربما ظهر لأول وهلة أن العلاقة بينهما تكاد تكون منعدمة. ولكن هناك أوجهًا للشبه بين المادة والإشعاع ألخصها فيما يلي:

(أولًا) إن الأشعة المختلفة إذا وقعت على سطح ينشأ عن وقوعها ضغط كما يحدث في حالة المادة. فالشعاع من الضوء الساقط على ورقة يضغط على سطح الورقة كما لو كان الشعاع مصنوعًا من المادة. وقد عرفت هذه الظاهرة منذ القرن الثامن عشر، وسميت بظاهرة ضغط الضوء أو ضغط الإشعاع. وهذا الضغط صغير جدًا في الأحوال العادية إذ لا يزيد ضغط أشعة الشمس على ميل مربع من سطح الأرض عن وزن ثلاثة أرطال. أما إذا إزدادت شدة الأشعة وقصرت موجتها فقد يزداد الضغط إلى أضعاف هذا المقدار.

(ثانيًا) إن الأشعة لها خاصة الجسيمات أو الحبيبات كما لو كانت الأشعة مؤلفة من ذرات ضوئية. وقد سميت هذه الذرات الضوئية بالفوتونات. وتظهر هذه الخاصية الذرية بصفة واضحة في بعض الظواهر مثل ظاهرة الكهربائية الضوئية التي تستخدم في بعض الأجهزة الكهربائية الحديثة كجهاز السينما الناطق. وتتلخص هذه الظاهرة في أن وقوع ضوء على بعض المواد عنصر السيلنيوم مثلًا ينشأ عنه تيارات كهربائية. وقد عرفت هذه الظاهرة منذ أوائل القرن الحالي وجاءت دراستها مؤيدة لمذهب الذرية الضوئية.

(ثالثًا) أن المادة لها خواص موجية تشبه الخواص الموجية للضوء ولم

تكن هذه الخاصية الموجية للمادة معروفة حتى سنة ١٩٢٧ أي منذ نحو ١٢ سنة فقط. ويرجع الفضل في الكشف التجريبي عنها إلى طمسون وريد بإنكلترا ودافيسون وجرمر بأمريكا.

ويتضح من أوجه الشبه التي ذكرتها أن كلًا من المادة والإشعاع يمكن إعتباره مؤلفًا من جسيمات، كما أن كلًا منهما يمكن إعتباره مؤلفًا من أمواج والفرق الرئيسي بين المادة والإشعاع هو السرعة، فالفوتونات التي تتألف منها الأشعة تكون دائمًا متحركة بسرعة ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر في الثانية الواحدة في حين أن الإلكترونات والبروتونات وما إليها من جسيمات المادة هي إما ساكنة وإما متحركة بسرعات تكون عادة صغيرة بالنسبة إلى سرعة الفوتونات.

* * *

وقد تقدمت أخيرًا ببعض آراء يقصد منها التوفيق بين وجهتي النظر إلى كل من المادة والإشعاع. ولما كانت هذه الآراء قد عُلق عليها تعليقات مختلفة من بعض العلماء فلا بأس هنا بالإشارة إليها.

من المعلوم أن القوانين الكهربائية المغنطيسية تصاغ عادة في الصيغة التي تنسب إلى مكسويل، وفي هذه القوانين نستعمل عادة لغتين مختلفتين: إحداهما للتعبير عن المادة، والأخرى للتعبير عن الإشعاع فهل من الممكن إستخدام قانون أكثر أساسية من قانون مكسويل، أي أن نوحد بين اللغتين، بحيث تنطبق العبارة الواحدة على كل من المادة والإشعاع؟ هذا هو السؤال الذي وضعته لنفسي وحاولت الإجابة عنه.

وقد وجدت أنه للاجابة على هذا السؤال يكون من المفيد أن نحول المعادلات بحيث تعبر عن وجهة نظر شخص متحرك بسرعة الضوء لكي يمكن مقابلة وجهة نظر هذا الشخص بوجهة نظرنا العادية. وإنني أخشى أن هذا التحويل الذي هو تحويل عادي جدًا من الوجهة الرياضية، قد إسترعى إنتباهًا أكثر مما يجب. فمثلًا قارن السر أولفر لودج في أحد مؤلفاته بيني وبين سويفت واضع كتاب رحلات جلف المشهور..ولكنني لا أعتقد أن هناك مسوغًا كبيرًا لهذه المقارنة. فإن كبلر عندما حول حركات الكواكب السيارة إلى ما تظهر عليه إذا نظر إليها من وجهة نظر شخص على الشمس، لم يكن يتطلب منا أن ننتقل إلى الشمس نصطلي بسعيرها لكي ننظر إلى العالم وكذلك إذا أمكن تحويل معادلات مكسويل أو غيرها من القوانين بنسبتها إلى محاور متحركة بسرعة الضوء، فليس معنى هذا أن علينا أن نكون ملائكة مصنوعين من النور لكي يمكن لنا فهمها. كذلك قرأت للأستاذ هولدين مؤلفًا أشار فيه إلى آرائي هذه في علاقة المادة بالإشعاع على أنها تنطوي على مبدأ فلسفي جديد. ولكنني أفضل أن ينظر إليها النظرة التي نظرها إليها السر جيمس جينز[1] أي على أنها محاولة التوحيد بين لغتين وقانونين مختلفين: أحدهما يصلح للمادة، والآخر للإشعاع، وأن تجعل منها لغة واحدة وقانونًا واحدًا يصلح لكل من المادة والإشعاع.

---

(١) راجع كتاب «الكون الغامض» الذي نشرت وزارة المعارف ترجمته إلى اللغة العربية طبعة القاهرة عام ١٩٤٢.

أين يسير بنا العالم
إلى العمران أم إلى الدمار؟

عنوان هذا المقال وإن كان مفهومًا في ذاته كسائر العبارات التي نكتبها ونفهمها –أو نظن أننا نفهمها– إلا أن ألفاظه إذا نحن دققنا فيها وجدناها تنطوي على شيء من المغالطة التي يمتاز بها الأسلوب الأدبي الجذاب على الأسلوب العلمي الواضح. هذا العنوان يشبه لنا العلم قائد أو بزعيم يسير بنا تحت لوائه في الطريق الذي رسمه هو لنا ويختاره، وكأنما نحن جنده وأتباعه نأتمر بأمره وننقاد لزعامته، ثم يتساءل أو نتساءل نحن إلى أين يسير بنا ذلك القائد وإلام تجرنا سياسته: إلى العمران أم إلى الخراب؟ فهذا التصوير ينطوي كما ذكرت على مغالطة بإبتعاده عن حقيقة الواقع، إذ من الواضح أن العلم إن هو إلا أثر من آثارنا نحن وشيء من صنعنا. فوضعه موضع القيادة وتسليمه دفة السفينة البشرية قلب لأوضاع الأمور، إذ السفينة سفينتنا ونحن وحدنا المسئولون عن قيادتها. على أن هذا التشبيه إنما تنعكس فيه صفة قديمة من صفات الإنسان وغريزة من غرائزه. فقديمًا صنع الناس تماثيل وأصنامًا ثم عزوا إليها قوة التحكم في مصيرهم وأسندوا إليها القدرة على تكييف شئونهم، وما زالوا يخدعون أنفسهم في أمرها حتى عكفوا على عبادتها وخروا لها سجدًا، وتاريخ العقائد البشرية حافل بالأمثلة على ذلك.

من أجل هذه الظاهرة البعيدة عن كل منطق، من أجل هذه النزعة

المتأصلة في نفوسنا والتي ورثناها عن أجدادنا الأول، كان موضوع هذا المقال موضوعًا له أهميته وله خطره في تطور الجنس البشرى، فلا يكفي أن نجيب عن السؤال المطروح علينا بأن العمل لا يسير بنا إلى شيء ما، وإنما نحن الذين نسير بأنفسنا، فهذا الجواب وإن إنطبق على المنطق الصحيح إلا أنه يتحاشى الهدف المقصود وحيد بنا عن جادة الطريق فيتركنا حيث نحن ولم نتقدم خطوة إلى الأمام.

لا شك أن إزدياد المعرفة البشرية ولا سيما في العصور الحديثة قد أدى إلى تغير عظيم في حياتنا المدنية والإجتماعية. ولا حاجة بي إلى أن أبين المظاهر المختلفة لهذا التغيير، فما على المرء إلا أن ينظر حوله لكي يدرك مدى هذا الإنقلاب الذي أصبح رمزًا على المدينة الحالية. فمن طائرات إلى غائصات إلى إذاعة لاسلكية إلى ناطحات السحاب إلى ألف جديد وجديد مما كان أجدادنا يحسبونه في عداد المعجزات، كل هذا شائع معروف الخاص والعام كما أن من المعروف الخاص والعام أيضًا أن هذه المستحدثات إنما هي ثمرة العلم الحديث ونتيجة من نتائجه، فالعلم قدرة تمكننا من إستخدام القوى الكامنة في الطبيعة وتسخيرها لأغراضنا المختلفة.

على أنه لابد من التمييز بين العلم وبين نتائج تطبيقه، بين العالم الأكاديمي وبين المهندس أو المخترع، فالعالم أو الباحث الأكاديمي إنما يطلب المعرفة لذاتها فهو يريد أن يستطلع حقيقة ما هو كائن ويقف على سر تركيبه، هذه الرغبة في المعرفة غريزة من غرائز البشر، وقديمًا كانت

شجرة المعرفة مغرية للإنسان بحيث لا يقوى على مقاومة إستهوائها لنفسه، أما المهندس أو المخترع فيستخدم العلم كوسيلة لتحقيق غرض يرمي إليه ويسعي وراءه؛ فمكسويل وهرتز ولودج إنما كانوا يطلبون تفهم حقيقة الإشعاع اللاسلكي ودراسة أسبابه وكيفية حدوثه وإرتباطه بسائر الظواهر الكهربائية والضوئية والمغنطيسية التي تتصل به، أما ماركوني فكان يرمي إلى إستخدام هذا الإشعاع–بعد أن كشف عنه غيره–في نقل رسالات البشر وأصواتهم؛ كذلك فرداي ولنتز وأوهم جول وأمبير إنما كانو يدرسون خواص التيارات الكهربائية وأثرها الحراري والمغنطيسي من الناحية الطبيعية والفلسفية، أما جراهام بيل وأديسون فكانا يستعينان بعلم هؤلاء وغيرهم على إستحداث التليفون والإنارة الكهربائية. أردت أن أميز بين العلم البحت والإختراع أو تطبيق العلم لأننا إزاء تحديد للمسئولية، فالعلم لا يمكن أن تقوم ضده جريمة التخريب أو التدمير، لأن ركن النية أو القصد الجنائي غير متوافر، والعلم كما بينا بعيد عن كل ريبه فيما يختص بالغاية التي يرمي إليها، وأية غاية أشرف أو أنبل من الرغبة في إحلال نور العرفان مكان ظلام الجهالة؟

لعل بعض القراء يظن أنني إنما أحاول بشيء من المهارة أن أتخلص من موقف محرج بدلًا من مواجهة الحقائق ومجابهة الموضوع، لعل هذا البعض يظن أن التفرقة بين العلم البحت والعلم التطبيقي إن هي إلا تفرقة طفيفة وهي على أية حال تفرقة لا تهم الشخص المثقف العادي الذي ينظر إلى طائفة العلماء والمخترعين ومن اليهم كأسرة واحدة بعضهم لبعض

ظهير، فكما أن المخترع يستخدم نتائج عمل المستكشف في تنمق مخترعاته كذلك المستكشف يستخدم آلات المخترع وعدده في زيادة الكشف والبحث العلمي، فهم شركاء وأعوان، ما يصدق على الفرد منهم يصدق على الجماعة، إلى هذا البعض من القراء أقول إنني أقبل هذا الموقف الذي يريدني أن أقفه، فالعلم سواء أكان بحثًا أم تطبيقًا هو العلم. وشجرة المعرفة بأصولها وفروعها وثمارها وحدة لا تتجزأ، وهي أما شجرة طيبة تؤتي أكلها ويمتد فيؤها فتكون خليقة بأن تنمو وتترعرع أو هي شجرة خبيثة وإذن يتعين أن تجتث من جذورها.

فلنناقش الموضوع إذن على هذا الأساس، إلام ينتظر أن يؤدي بنا تقدم العلم والإختراع؟

أظن أن من المعقول أن نسأل أولًا إلام أدى بنا فعلًا هذا التقدم، هل العالم اليوم أكثر عمارًا أم أكثر خرابًا ودمارًا مما كان عليه منذ خمسمائة سنة مثلًا؟ لا أظن هذا السؤال مما يختلف فيه إثنان وما على المكابر إلا أن يبتعد عن مرافق الحياة الحديثة ويكتفي بعيشة أهل القرون الوسطى فيضيء منزله مصباح الزيت ويسافر على ظهور الخيل والبغال والحمير، ويمتنع عن قراءة الكتب المطبوعة والجرائد اليومية، ويرسل خطاباته إلى أصدقائه مع رسول يقطع الفيافي والفنار على متن دابة، ويكتفى بطرق العلاج التي كانت معروفة في القرون الوسطى. فهذا كله ميسور لمن يريده، ولكن لا أظنني مخطئًا إذا قلت أنه لا يوجد واحد في الألف ممن يتمتعون بتمام قواهم العقلية يريد حقيقة أن يعيش على ذلك النمط.

من الجلي إذن أن تقدم العلم والإختراع قد أدى بنا فعلًا إلى حالة من العمران تفضل في نظرنا ما كانت عليه حالة العمران من قبل...وكما أن الحكم على الرجل إنما يكون بأعماله، فإن كان ماضيه مقترنًا بخدمة المجتمع والإخلاص له جاز لنا أن تنتظر منه خدمة المجتمع والإخلاص له في مستقبله كذلك، يجوز لنا أن نحكم من ماضي العالم على مستقبله فننتظر منه الإستمرار في توفير سبل الرفاهية للأسرة البشرية ومحاربة المرض والفقر والجهالة التي هي ألد أعداء البشر وأقوى أسباب آلامهم وبؤسهم.

وهنا أخالني أسمع همسًا عن أهوال الحروب الحديثة، عن الغارات الخانقة والطائرات المدمرة وما إلى ذلك من المخترعات التي يستخدمها الإنسان في محاربة أخيه الإنسان، ولا شك أنه من الممكن أن ننظر إلى هذه الناحية من نواحي تقدم العلم بعين التشاؤم. ولكن هذا التشاؤم إنما يكون معناه الحكم على الأسرة البشرية بالجنون الوراثي. فالأسرة البشرية يمكن تشبيهها بصبي قد بدأ يقوى ويشتد ساعده كما بدأت مداركه تتسع فيزداد علمًا بأسرار القوى الطبيعية التي تحيط به. فهو يستخدمها لأغراضه المختلفة. وهو ولا شك واجد يومًا ما طريقة أو أكثر من طرق الإنتحار. وأصدقاؤنا المتشائمون يريدوننا على أن نعتقد أن طلب الهلاك غريزة من غرائز هذا الصبي أو نزعة في تركيبه الجنوني، فهو بمجرد أن يعثر على طريقة مثلى للإنتحار سيبادر إلى إستخدامها لإنهاء حياته التعسة. وكل ما أستطيع أن أقول لهؤلاء أنه إذا كان الأمر كما يزعمون فالأولى بهم أن ينتحروا من الآن إختصارًا للوقت والجهود. أما إذا تغلبت غريزة حب

البقاء فيهم فكرهوا مشورتي فليسمحوا لي أن أعتقد أن هذه الغريزة ذاتها –وهي من أقوى الغرائز في الجنس البشرى– إذا أضيف إليها التعقل والحصافة اللذان سينشآن حتمًا عن زيادة المعرفة البشرية، فمن شأنها أن تخول لنا النظر إلى مصيرنا بعين المتفائل المطمئن.

اللغة العربية كأداة علمية

تجتاز اللغة العربية في عصرنا الحالي مرحلة من مراحل تطورها سيكون لها أثر واضح في مستقبلها. فاللغة التي كان عرب البادية يتكلمونها بسليقتهم فيصفون بها حياتهم ويعبرون بها عن مشاعرهم في صحرائهم وبين إبلهم وآرامهم والتي صارت بعد ذلك لغة الكتاب والفلاسفة في عصور المدنية الإسلامية؛ يتناولون بها سائر المعاني الأدبية والفلسفية. تلك اللغة قد كتب عليها أن يصيبها الخمول فتبقى مئات السنين بعيدة عن مجهودات البشر الأدبية والفلسفية والعلمية ثم ها نحن نراها اليوم وقد بعثت من مرقدها في ثوب جديد فصارت لغة الكتابة والتأليف؛ لغة الخطابة والتعليم في عصر إنتشرت فيه مدنية جديدة وعمته حضارة مستحدثة؛ تختلف في مظهرها الخارجي وفي المحمل العقلي المرتبط بها إختلافًا بينًا عن حضارات القرون الوسطى. فاللغة العربية تبعث اليوم كما بعث الفتية بعد أن ضرب على آذانهم في الكهف سنين عددًا فتجد نفسها في عالم جديد موحش لا تأنس إليه ولا يأنس إليها وهو لعمري موقف نادر تقفه لغتنا لعله فريد في بابه. لذلك كان لزامًا على الأدباء والمفكرين من أهل اللغة العربية في

عصرنا الحالي أن يحوطوها بعنايتهم وأن يهيئوا لها أسباب الحياة الطيبة في بيئتها الجديدة حتى تتكيف بالبيئة وتجنح إليها كما تتوثر لها البيئة وتحتويها فاللغة، كالكائن الحي في تفاعل مستمر مع البيئة التي تحيط به فإما تلاءما فإشتد الكائن وتكاثر ونما، وإما تنافرا فإضمحل وتضاءل وهلك.

وإذا نحن قارنا البيئة الفكرية الحديثة بما كانت عليه في أيام إزدهار الحضارة العربية، فلعل أول ما يسترعي نطرنا من الفوارق تغلب الروح العالمية على تفكيرنا الحديث. فالمدينة الحالية كما يدل تاريخيًا مدنية علمية، مدنية كشف وإختراع، مدنية إستنباط وتحليل، ولذا كان مظهرها الخارجي غاصًا بالآلات والعدد تكتنف الناظر إليها عن اليمين وعن الشمال. فلا عجب أن تشعر لغة العيس والسهام بوحشة بين الطيارات والمدافع الرشاشة ومما لا شك فيه أن التقدم الذي حدث بمصر وفي سائر البلاد العربية في العصر الحالي قد كان من شأنه العمل على المقاربة بين اللغة العربية الحديثة وبين بيئتها. فمن ناحية قد تطورت اللغة بأن دخلت عليها كلمات وعبارات مستحدثة نشأت الحاجة إليها كما تغيرت معاني الألفاظ ومدلولات التراكيب بما يتفق والتفكير الحديث، وهجرت الألفاظ الغريبة علينا أو التي لا لزوم لها، فنشأ عن ذلك تهذيب في اللغة قربها إلى عقولنا وساعد على حسن إستخدامها. ومن ناحية أخرى بإنتشار التعليم بين طبقات الأمة وزيادة تبحر معتلميها في مختلف العلوم والفنون قد إنتشرت الألفاظ والتراكيب العربية وشاع إستعمالها في طول البلاد وعرضها كما تكونت طوائف من العلماء والمفكرين بيننا يكتبون ويخطبون ويؤلفون في سائر العلوم والفنون فنشأت ثروة من الأدب العلمي

والأدب الفني الحديثين يصح أن تتخذ مرجعًا لعلماء اللغة في دراستهم للغة العربية الحديثة. إلا أننا مع ذلك لا نستطيع أن نزعم أن الشقة بين اللغة وبيئتها قد تلاشت تمامًا. فلا تزال هناك مدلولات عديدة لم تتسع اللغة للتعبير عنها حيث يشعر المتعلم منا بنقص في لغته عندما يحاول الكلام في كثير من المواضيع العلمية والفنية. كما أنه من ناحية أخرى يوجد نقص كبير في عدد المتعلمين الذين يحسنون الكتابة أو الخطابة بلغة متفق على صحتها.

وبعبارة أخرى كل ما يمكن أن يقال أن اللغة العربية الحديثة لا تزال في دور التكوين.

لو أتيح لنا أن ننظر إلى مستقبل اللغة العربية فترى ماذا نجد؟ هل نجد لغة واحدة يكتبها ويتكلمها المتعلمون من أهل مصر وأهل العراق وأهل الشام وغيرهم من الأمم العربية بفروق ضئيلة؛ لا تزيد على الفروق بين لغة أهل أستراليا ولغة أهل إنجلترا. وهل تكون هذه اللغة قريبة من اللغة العربية التي أكتبها الآن قرب لغة الإنجليزي المتعلم الآن من لغة شكسبير؟ أم هل نجد لغات مختلفة، لغة في مصر وأخرى في العراق وأخرى في لبنان، مثلها كمثل اللغة الألمانية واللغة السويدية واللغة الهولندية في تقاربها وتباعدها، كل لغة متأقلمة بلهجة أهلها ولا صلة بين أيها وبين لغة هذا المقال إلا كالصلة بين اللغة الألمانية واللغة اللاتينية. وبعبارة أخرى هل ستحيا اللغة العربية وتنتشر أو ستموت وتندثر وتحل محلها لغات أخرى! إن مآل اللغة العربية في مستقبلها متوقف علينا نحن اليوم. فاللغة كما قدمت في دور التكوين ولذا ففي يدنا قتلها وفي يدنا إحياؤها. أما قتلها

فيكون بالجمود بها عن تطورها الطبيعي كما يكون بعدم التعاون بين الأمم المختلفة من أهلها على توحيدها والمحافظة على وحدتها. وأما إحياؤها فيكون بالتبصر والحكمة وحسن الرعاية والتمشي بها في السبيل الطبيعي لرقيها كلغة حية واحدة ومن حسن الحظ أن لدينا اليوم من الوسائل ما نستطيع به المحافظة على لغتنا في مصر وفي سائر البلاد العربية، فإنتشار المطبوعات وسهولة الإنتقال من بلد إلى أخرى والإذاعة اللاسلكية كل هذه عوامل قوية على توحيد اللغة وتعميمها إذا نحن أحسنا إستخدامها وتنظيمها،

ولست أتعرض في هذا المقال للغة الأدبية بل أترك ذلك لأبنائنا وكتابنا وإنما أريد أن أشير إلى بعض الصعوبات التي تصادف لغتنا اليوم كأداة للتعبير العلمي. فمن جهة لا تزال كمية التأليف العلمي في مصر وفي الأقطار العربية ضئيلة بحيث لا يمكن بحال ما أن تعتبر ممثلة لحالة العلم في العالم اليوم، ومن ناحية أخرى يعوز المؤلفات العلمية الموجودة التهذيب كما يعوزها التجانس في المصطلحات، فكثير من المدلولات العلمية لا توجد الصيغ اللفظية لها، وبعض المدلولات توجد لها صيغ إما ضعيفة أو غير صالحة، كما أنه توجد في بعض الأحايين صيغ متعددة المدلول الواحد مما يؤدي إلى نوع من الفوضى في أدبنا العالي يجب علينا تلافيها. والطريقة المثلى للتقدم تكون بتأليف لجان من الأخصائيين لمراجعة المؤلفات الموجودة وتهذيبها والعمل على تجانسها كما تكون بتكليف القادرين منا وتشجيعهم فرادى ومجتمعين على وضع المؤلفات في مختلف الفروع العلمية

حتى تتألف لنا ثروة من الأدب العلمي بصح أن يعتمد عليها علماء اللغة في إستخلاص المصطلحات والعبارات العالمية في لغتنا الحديثة وتحديد معانيها ومدلولاتها بمعاونة العلماء الإخصائيين في ذلك. ويجب أن أذكر بهذه المناسبة أن من العبث أن يحاول علماء اللغة وضع المصطلحات العلمية وضعًا قبل ورودها في المؤلفات العلمية وشيوع إستعمالها فإن ذلك يكون من باب التسرع وقلب النظام الطبيعي لتطور اللغة وهو في الغالب مجهود أكثره ضائع إذ لا يمكن التنبؤ بما إذا كان مصطلح من المصطلحات سيبقى ويدخل في صلب اللغة أو سيموت ويحل غيره محله.

بقيت نقطة أريد أن أتعرض لها وهي العلاقة بين المصطلحات العربية ومصطلحات اللغات الحية الأخرى. ففي رأيي أنه من الجائز إستعمال مصطلح أجنبي في لغتنا –بعد تحويره ليتفق مع ذوق اللغة وأوزانها– بشرط أن يكون هذا اللفظ مستعملًا في جميع اللغات العلمية الأخرى أو في معظمها. ومثل هذه الألفاظ تكون في الغالب مشتقة من أصل إغريقي أو لاتيني لا جناح علينا نحن إذا إشتققنا عنه كما إشتق غيرنا. أما الألفاظ الأجنبية المقصورة على لغة واحدة أو لغتين فرأيي أن يكون لها عندنا لفظ عربي مرتبط بأدبنا وتفكيرنا.

ولا يتسع المجال لزيادة التفصيل فليس المراد من هذا المقال أن أدخل القارىء في مسائل فنية هو في غنى عن بحثها وإنما أرجوا أن أكون أثرت من نفسه الإهتمام بهذا الموضوع الذي هو من أهم المواضيع المرتبطة بحياتنا وتقدمنا.

العلم والشباب

أذكر أنه عندما أنشئت كلية العلوم في أكتوبر سنة **١٩٢٥** تقدم إليها بالضبط طالب واحد! وسعينا في ذلك الوقت إلى إجتذاب الطلاب من المدارس العليا إلينا بوسائل الترغيب فنزح إلينا بضعة عشر طالبًا. واليوم قد صار عدد المتقدمين لدخول الكلية يعد بالمئات ولم يعد البناء يتسع لهم. كذلك الحال في التعليم الثانوي. فعدد طلبة العلوم في المدارس أضعاف ما كان عليه منذ عشر سنين وإذن فالشباب متجه إلى العلم تدفعه غريزة صادقة لعلها غريزة المجتمع لوقاية نفسه والمحافظة على حياته. فنحن نعيش اليوم في عالم من المخترعات، عالم من الآلات والأجهزة كلها أساسها العلم. ودفاع المجتمع عن حياته بل إن حياته ذاتها قد صارت متوقفة على درجة إتقانه إستخدام هذه المستحدثات. ومصر في هذا المضمار لا تزال في مؤخرة الأمم رغم ما قطعته من شوط بعيد في تقدمها الحديث. وشباب مصر هو أملها ورجاؤها ولذلك كان إتجاهه إلى دراسة العلوم فألًا حسنًا وبشير نصر وخير.

على أن دراسة العلوم ليست مجرد شيء مادي قوامه الحديد والنار والغاز والكهرباء بل إن لطالب العلم والمشتغل به صفات روحية هي أساس نجاحه بل هي سر وجوده. فطالب العلم طالب حقيقة، ومن طلب الحقيقة أحب الحق ومن أحب الحق صدق ومن صدق إتصف بالأمانة، ومن كان أمينًا كان نزيهًا، ومن كان نزيهًا كان شجاعًا ومن كان شجاعًا كان ذا مروءة.

هذه سلسلة من الصفات كلها أساسية في طالب العلم والمشتغل به أردت أن أذكرها في هذا المجال مخافة أن يلتبس أمر العلم على الشباب فيظن أنه مجرد أجهزة وآلات وفنون ومخترعات وليذكر الشباب–بل ولنذكر جميعًا–أن على فهم هذا الأساس الروحي للعلم يتوقف مصير مصر بل ومصير الأسرة البشرية بأسرها.

الحياة العلمية في مصر

إبدأ بتحديد معنى العلم إذ أن هذا اللفظ يستخدم في بعض الأحايين للدلالة على معان غير المعنى الذي إصطلح عليه في الأوساط الأكاديمية وهو المعنى المقصود في هذا المقال.

فالعلم مجموعة من الدراسات لها غرض ثابت ومنهاج واضح ودائرة محددة. فأما عن الغرض فهو الوصول إلى المعرفة، وأما عن المنهاج فإن العلم يستخدم في بحثه نتائج الخبرة المباشرة عن طريق الحواس كما يستخدم التفكير المنطقي المنظم. وأما عن دائرة العلم فهذه هي الطبيعة أو هي كل ما يمكن أن يشاهد بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، هذه الأمور الثلاثة على بساطتها كثيرًا ما تغرب عن بال من يتعرضون للكلام عن العلم والعلماء، وتنقسم العلوم إلى أقسام مختلفة تبعًا لموضوعاتها، فعلم الفلك مثلًا موضوعه الأجرام السماوية وحركاتها في الفضاء وصفاتها الطبيعية، وعلم الكيمياء موضوعه المركبات والعناصر وطرائق تألفها وتفرقها، وعلم الثبات موضوعه الثبات وعلم الحيوان موضوعه الحيوان وهكذا، على أن تقسيم العلوم إنما

هو أمر إعتبارى فالطبيعة متصلة الأجراء ولذلك فالعلم متصل الأجزاء والعلم بالمعنى الذي وضحته يسمى في بعض الأحايين بالعلم البحت تمييزًا له عن العلم التطبيقي أو التكنولوجيا والعلاقة بين العلم البحت والعلم التطبيقي تشبه العلاقة بين العلم والعمل فالكيمياء مثلًا أحد العلوم البحتة فهي دراسات يقصد بها معرفة تفاعلات العناصر والمركبات معرفة موضوعية والعلم الكيميائي إنما بني بالوصول إلى هذه المعرفة والكشوف الكيميائية إنما هي الزيادة في هذه المعرفة، أما الكيمياء الصناعية فعلم تطبيق يقصد به تطبيق الكيمياء على الصناعة وإستخدام نتائج العلم البحت في خدمة الصناعات البشرية، فالعلوم التطبيقية إذًا ليست علومًا بالمعنى الصحيح وإنما هي صناعات أو فنون أو هي كما يسميها الأفرنج تكنولوجيا ومن أبسط الأمثلة على ذلك العلاقة بين هندسة إقليدس وبين فن المساحة أو صناعة المساحين فإقليدس كما درسناه في المدارس الثانوية مجموعة فن القضايا مستنتجة من تعاريف وبديهيات أولية تعني بدراسة الفضاء الذي نعيش فيه وبخواص هذا الفضاء الذاتية فهي علم بحت بل لقد قيل أنها تفكير بح ، أما صناعة المساحين فأمر آخر يقصد به تجزئة الأراضي بنسب معلومة بين ملاكها أو رسم خرائط رجع إليها في خدمة المصالح البشرية.

ونحن إذا رجعنا إلى تاريخ العلوم وجدنا أن إشتعال الناس بالعلوم البحتة وطلب المعرفة لذاتها قديم كقدم المدنية البشرية فالمصريون والبابليون والأغريق والعرب بحثوا عن الحقيقة الموضوعية شغفًا بها ورغبة فيها وليس هذا بغريب إذ أن الطفل في حداثته شغوف بطلب المعرفة ولوع بمعرفة مالم يكن يعرف هذا

التعطش إلى إدراك الحقيقة جزء لا يتجزأ من النفس البشرية يلازم الإنسان من مهده إلى لحده وهو قوة يستخدمها المربون في تعلم النشء وتثقيفه كما أنه عامل أساسي في تطور العمران، على أنه إذا كان حب المعرفة متأصلًا في نفوس الناس جميعًا فإن التفرغ للعلم والعناية به وقدره حق قدره من مميزات الخاصة دون العامة من الناس، فمن لم يتذوق حلاوة العلم في صغره شب جاهلًا بل أن الكثيرين ممن تعلموا ووصلوا إلى درجة لا بأس بها من المعرفة قلما يجدون في العلم متعة أو لذة فكرية، ومن أصعب الأمور على العالم أن يقنع الجاهل بقيمة العلم. كما أن من أصعب الأمور على قواد الفكر في أمة جاهلة أن يقودوا الرأي العام فيها نحو الإهتمام بالعلم وهم يلجأون في الغالب إلى نوع من التحايل البريء ليصلوا إلى أهدافهم الجاهل لكي يقتنع يطلب شيئًا ماديًا يقتنع به وإذا وجب لإقناعه بمزايا العلم أن تترجم هذه المزايا إلى أشياء مادية ملموسة يفهمها أصحاب المتخيلات الضيقة.

وفي العصور الماضية من تاريخنا وعلى وجه الخصوص في العصر الإسلامي كان الحكام والأمراء يقربون العلماء ويعترفون بفضلهم وييسرون لهم عيشهم لكي يتمكنوا من القيام بواجبهم السامي في خدمة العلم ولولا ذلك لما أزدهرت العلوم في العصر الأموي والعصر العباسي ولما خلد العرب لأنفسهم ما خلدوه من فضل على العلوم. وكانت الحياة العلمية في الأمة ناضجة قوية ولو أنها كانت محصورة في دائرة من خاصة الناس فكانوا يغشون مجالس العلماء ويختلفون إليها وكان ذلك كله مظهر من مظاهر الحياة العلمية في الأمة.

ولما أنتقلت معارف العرب إلى الإفرنج في أوربا نهجوا نهج العرب وقام أمراؤهم وملوكهم بإحتضان الحركة العلمية وتشجيعها فأسست الجامعات في القرون الوسطى وخاصة في القرنين الثاني عشر والثالث عشر ثم تلا ذلك النهضة الفكرية في أواخر القرن الخامس عشر وأوائل السادس عشر فأنشئت المجامع العلمية في القرن السابع عشر وإزدادت الحياة العلمية والفكرية نشاطًا وحركة بين الأوربيين حتى وصلت إلى ما هي عليه في عصرنا الحالي.

ونحن في مصر ماذا كان حظنا من هذا كله؟ من المسلم به أننا قمنا بنصيب حسن واشتركنا إشتراكًا جديًا في تقدم العلم في عصور الحضارة المختلفة الماضية بل إن من المؤرخين من يجعل للمصريين القدماء فضل السبق في إستنباط العلوم ووضع أسس الحضارة البشرية وسواء أصح هذا الرأي أم لم يصح فلا شك في أننا قمنا بدور هام في تاريخ العلوم منذ فجر التاريخ حتى نهاية العصر الإسلامي أي إلى نحو القرن العاشر أو الحادي عشر الميلادي كما أنه مما لا شك فيه أيضًا أنه قد أتي علينا حين من الدهر لم يكن عملنا العلمي فيه شيئًا مذكورًا وهذا الحين يمتد ما يقرب من ألف سنة من القرن العاشر إلى القرن العشرين على وجه التقريب فكأنما ضرب على آذاننا سنين عددًا ولا أحاول اليوم أن أبحث في أسباب هذه الغفلة الطويلة وإنما أكتفي بالإشارة إليها كأمر واقع. على أنه لا بد لي في هذا الصدد من الإشارة إلى ما بذل من جهود صادقة في النصف الأول من القرن الماضي لبعث الحياة العلمية في مصر في عصر المغفور له محمد علي

الكبير فمن المعلوم أنه قام بمجهود جبار لإحياء العلوم بيننا وأنه أرسل البحوث العلمية إلى أوربا وأنه نجح فعلًا في تخريج نفر غير قليل من العلماء المصريين. ولو أن هذه الحركة إتسعت وإنتشرت لكان حاضرنا العلمي خيرًا مما هو الآن بكثير ولكان في إستطاعتي أن أتحدث عن مستقبلنا العلمي حديثًا آخر يرتكز إلى حاضر مجيد ولكن الظروف قد شاءت أن تخبو النار التي أوقدت وأن يواري أوارها فكانت الحياة العلمية في مصر في أول القرن العشرين هي هي في أول القرن التاسع عشر وكأنما أضيف قرن آخر إلى مرحلة سباتنا العلمي أو على الأصح كأنما تحركنا فرجعنا إلى حيث بدأنا.

وإن من واجب كل مشتغل بالحركة الفكرية في مصر اليوم أن يوجه عناية خاصة إلى دراسة هذه التجربة الفاشلة في حياتنا العلمية في القرن الماضي وليس يكفي أن ننسبها إلى ضعف سياسي أو إضمحلال خلقي ولو أن هذين العاملين لهما ولا شك أثر بليغ فيما حدث بل يجب أن ندرس الوسائل التي أستخدمت والجهود التي بذلت وأن نعرف حقيقة أهدافها ثم علينا بعد ذلك أن نستنبط الأسباب المباشرة لإضمحلال الحركة وعقمها ليكون لنا من تاريخنا الحديث نبراس نستضيء به في توجيه جهودنا الحالية. وفي الحق أن إنشاء حركة علمية وتغذيتها وإنماءها لكي تقوم وتشتد وأن غرس شجرة المعرفة في أمة لكي تكون شجرة طيبة أصلها ثابت تؤتي أكلها أن هذا كله ما كان يومًا ما من الهنات الهينات وليس يكفي أن يقال أننا أنشأنا كيت وكيت من المعاهد العلمية أو شيدنا هذا وذاك من دور العلم والتعليم أو أرسلنا البعوث أو إعتمدنا الميزانيات كل

هذا وإن كان لازمًا إلا أنه غير كاف فمن السهل التغرير بالأمة في هذه الشئون كما هو من السهل التغري بها في شئونها الأخرى وخاصة إذا كانت الأغلبية الساحقة من هذه الأمة لا تزال على فطرتها البريئة فسياسة المظاهر شيء وسياسة البناء الثابت شيء آخر ولست أزعم أن فشلنا العلمي في القرن الماضي يرجع إلى سبب بالذات فهو في الغالب وليد ظروف متعددة أترك للمؤرخين تقديرها إلا أن من المحقق أن التجربة قد أخفقت كما أن من المحقق أيضًا أن لنا في إخفاقها عظة بالغة.

ذكرت في أول حديثي أن للعلم هدفًا واحدًا هو المعرفة والأمم المتحضرة اليوم تتسابق في ميدان المعرفة وتتنافس تنافسًا شديدًا فالجامعات والمجامع العلمية في أنحاء المعمورة في جد متواصل تبحث وتنقب وتتبارى في مضمار البحث العلمي والمجلات والنشرات التي تخصص لهذه البحوث تعد بالألوف كل عام. هذه المجلات يطلع عليها العلماء والباحثون ويسجلون فيها نتائج تجاربهم وآراءهم العلمية لا فرق في ذلك بين أمريكي وياباني أو بين إنجليزي وفرنسي فهي بمثابة مؤتمر دائم للعلوم يوجد بين وجهات النظر ويمحص الآراء ويعمل على تقدم العلم وإنما تقاس الجهود العلمية لأمة بمقدار ما تنتجه في هذا الميدان فهو عنوان حياتها العلمية ومعيار رقيها الفكري. هذه المجلات التي تحوي خلاصة التفكير العلمي لا يقرؤها الرجل العادي ولا يعلم بوجودها وإن هو قرأها فإنه لا يكاد يفقهها لإحتوائها على رموز ومصطلحات ليس لها مفهوم في ذهنه ويحدث في بعض الأحايين أن تنشر الجرائد اليومية خبر منح جائزة نوبل إلى فلان من العلماء فإذا

قرأنا مثل هذا الخبر فإن معناه أن أعمال هذا العالم المنشورة في هذه المجلات قد وصلت إلى الحد الذي يجعل صاحبها في مصاف المبرزين من العلماء ويحدث كذلك أن تسمع بإسم عالم أو باحث مقترنًا برأي ينسب إليه كأن نسمع بإسم أينشتين مثلًا مقترنًا بالنظرية النسبية فإذا حدث ذلك فإن معناه أن الأبحاث التي نشرها هذا العالم في هذه المجلات والآراء التي أدلى بها قد وصلت إلى الحد الذي يجعل صاحبها قائدًا من قواد التفكير العلمي وأن الرأي المنسوب إليه قد صار رأيًا يعتد به بين العلماء ولعل هذين المثالين هما مبلغ ما يصل إليه علم الرجل العادي عن حركة التقدم العلمي، وليس معنى هذا أن نهر المعرفة يجري في الظلام أو أن العلم قد أصبح نوعًا من السحر أو الطلاسم الخفية بل بالعكس أن من أميز مميزات البحث العلمي إباحته لكل فرد قادر ونشر نتائجه نشرًا حرًا دون أية رقابة ودون أن يكون للناشر أو المؤلف أي حق من حقوق النشر أو التأليف فهو عمل يقصد به وجه العلم ولا ترجي من ورائه أية فائدة إلا التنافس المشروع بين العلماء. من هذا الوصف الموجز يتضح للقارئ أن المقاييس التي يقاس بها تقدم العلم اليوم بعيدة كل البعد عن أن تكون محلية والعالم لا يتحدد مركزه العلمي بنسبته إلى أمة من الأمم بل بنسبته إلى مستوى عالمي لا يختلف في الصين عنه في الهند ولا في أمريكا عنه في إنجلترا ونحن إذا أردنا لحركتنا العلمية نموًا وإطرادًا وجب علينا أن نتخذ هذه المقاييس العالمية أساسًا لنا فليس يكفي أن يكون فلان من الناس قد أشتهر بين قومه بعلمه الواسع وليس يكفي أن يكون شاغلًا لمنصب سام وليس يكفي أن يكون حائزًا للقب عال فإن الشهرة المحلية واللقب والمنصب بعيدة كل

البعد عن أن تكون مقياسًا للعلم والعلماء وقد كنا إلى عهد قريب نغتر بالمظاهر فلا نكاد نفرق بين كبر العمامة وأتساع العلم. والإدعاء في العلم كالإدعاء في غير العلم ظاهرة معروفة يزداد خطرها بإزدياد الجهل في الأمة وتفشي الأمية فيها فعلينا إذًا أن نحوط حياتنا العلمية بسياج منيع يحميها من الدخلاء والمفسدين وإذا كان من الجائز أن يدخل التصنع والإدعاء في حياتنا السياسية دون أن يفسدها تمامًا أو إذا جاز أن يحدث ذلك بقدر محدود بين الأدب والأدباء فإن حدوثه في الميدان العلمي فيه القضاء التام على كل أمل في مستقبل العلم في مصر فالعلم أساسه الحقيقة والباطل لا يأتلفان وفي البلاد المتحضرة توجد مجامع علمية تشرف على حركة تقدم العلم بين أبنائها وتقدر كل مجهود لإنماء العلم قدرًا حقيقيًا منزهًا عن كل شهوة وهي التي يرجع إليها في تقدير أعمال العلماء كما أنها بعيدة عن كل مؤثر من شأنه أن يفسد عليها حكمها. وفي رأيي أن أول ما يجب أن يحتوي عليه برنامجنا العلمي هو إنشاء مجمع علمي على هذا النمط بل يجب أن يحدث ذلك على الفور ودون أي تريث حفظًا لكيان العلم بيننا وصيانة لمستقبله. هذا المجمع يجب أن لا يدخله إلا من وصل إلى المرتبة العلمية الرفيعة التي تخول له الإنضمام إلى مجامع البلاد المتحضرة. والمعايير التي نستخدمها في ذلك يجب أن تكون عالمية لا محلية كما أن نظام المجمع يجب أن يكون بحيث يمكنه من أداء مهمته في هدوء وإستقرار بعيد عما يكتنف حياتنا اليوم من عوامل الإضطراب ولذلك يجب أن يتمتع المجمع بإستقلال تام لا يخضع في عمله لرقيب إلا الضمير العلمي الحي الذي يجب أن يتحلى به كل عضو من أعضائه وإذا رجعنا إلى تاريخ الحركة

الفكرية في أوربا فإننا نجد أن إنشاء المجامع العلمية قد أقترن بالحياة الفكرية الحديثة منذ نشأتها فالمجمع العلمي في إنجلترا وهو الذي يسمع «الجمعية الملكية» بدأ حياته منذ سنة ١٦٤٥ وأسس بصفة رسمية عام ١٦٦٠ حين أصدر الملك شارل الثاني ملك إنجلترا مرسومًا ملكيًا بإنشائه وأنشئ المجمع الفرنسي قبل ذلك بقليل وأنشئت المجامع في برلين وفينا وروما وغيرها من عواصم أوربا حوالى نفس الوقت ولولا إنشاء هذه الهيئات لما وصل العلم إلى ما وصل إليه اليوم من تقدم وقوة بل إنني لا أغالي إذا قلت أنه لولا إنشاء هذه المجامع العلمية لما تقدم العلم تقدمًا يذكر.

سأنتقل بالقارئ إلى ناحية أخرى من نواحي حياتنا العلمية وهي الجامعات. والجامعات أقدم من المجامع العلمية يرجع عصر إنشائها في أوربا كما قدمت إلى القرنين الثاني عشر والثالث عشر فهي معاهد تنتمي إلى القرون الوسطى وترتبط إرتباطًا وثيقًا بعصر الحضارة الإسلامية. وقد أعتاد مؤرخو الإفرنج أن ينسبوا نشأة الحركة الفكرية في أوربا نسبة جزئية إلى سقوط القسطنطينية وخروج الكتب منها إلى أنحاء القارة الأوربية إلا أن المنصفين منهم قد بدأوا يعيدون النظر في هذا الرأي المبني على شيء كثير من التحيز فالقسطنطينية سقطت عام ١٤٥٣ والإتصال الفكري بين الشرق والغرب سبق هذا التاريخ بأكثر من خمسة قرون فمن الثابت أنه في النصف الأول من القرن التاسع أرسل قيصر الروم في القسطنطينية إلى الخليفة المأمون في بغداد مجموعة كبيرة من المخطوطات الإغريقية فقام العرب بترجمة هذه الكتب ثم نقلت هذه التراجم العربية إلى اللغة اللاتينية

وأستخدمت في التدريس في معاهد العلم الأوربية في القرنين العاشر والحادي عشر وما بعدهما. وقد أنشئت جامعة باريس حوالي عام ١١٦٠ وأكسفورد حوالى عام ١١٧٠ وتولوز عام ١٢٣٣ ومونبلييه عام ١٢٨٩ وفينا عام ١٣٦٤ وهايدلبرج عام ١٣٨٥ وتلى ذلك إنشاء جامعات أخرى على أن بعض الجامعات الأوربية يرجع تاريخه إلى ما قبل ذلك بكثير فجامعة سليرنو بإيطاليا يرجع تاريخها إلى القرن التاسع وبولونيا إلى أواخر القرن العاشر أما جامعتنا الأزهرية فيرجع تاريخها كما هو معلوم إلى أوائل القرن العاشر الميلادي. واللفظ اللاتيني (**Universitas**) كان في الأصل يستخدم للدلالة على جماعة أو هيئة فإذا أريد به الجامعة أضيفت إليه عبارة نحو (**Megistrorum et Scholarium**) للدلالة على معنى العلم والتدريس ثم تطور الحال حتى صارت الكلمة تدل بذاتها في أواخر القرن الرابع عشر على الجامعة بالمعنى الذي نفهمه اليوم.

وكانت الجامعات تعرف على أنها مدارس عامة (**Studium Generale**) وكانت مبانيها على نمط يقصد من ورائه حماية الطلبة والأساتذة بإجتماعهم في صعيد واحد مع المحافظة على الأغراب منهم الذين كانوا يأتون من بلاد بعيدة لتلقي العلم على النحو المألوف عندنا في الأزهر الشريف وقد أستقر أمر الجامعات وأستتبت نظمها في القرون الوسطى ومنحها الملوك والبابوات حمايتهم ورعايتهم وأصدروا المراسم بإنشائها وتنظيمها. فالجامعات إذًا في أوربا ليست وليدة النهضة العلمية بل سابقة لها ومؤدية إليها وهي لم تقم على الثورة الفكرية بل على شيء آخر هو أقرب ما

يكون إلى الرزانة التي يتميز بها رجال الدين وإلى الثبات والتؤدة والسير على وتيرة واحدة وكانت الروح المتغلبة هي روح التقوى وروح الطاعة وروح النظام. كما أن نظمها كانت تنطوي على نفس هذه الروح فتجعل الأساتذة طبقات أو درجات منها الكبير ومنها الصغير وتوجب على ذي الدرجة الصغيرة إحترام ذي الدرجة الكبيرة فالحاصل على الدكتوراه مميز على غيره يرتدي أردية خاصة حمراء اللون تشبه أردية الأساقفة ويحضر مجالس خاصة لا يحضرها غيره.

هذه الأرستقراطية العلمية كانت ولا تزال من أظهر صفات الجامعات وألزمها لكيانها ففي أكسفورد وكمبردج مثلًا نجد روح المحافظة على التقاليد ظاهرة في الحياة الجامعية حتى يومنا هذا والحاصل على درجة جامعة مميز على غيره له حقوق ليست لهم وهو يشعر بهذا الإمتياز على غيره كما أنهم يشعرون امتيازه عليهم وما الأردية الجامعية إلا رمز على هذا التميز. والنظام الجامعي الحديث نظام دقيق يجمع أعضاء الجامعة في أسرة واحدة ويجعل على كل واجبات نحو هذه الأسرة ويعاقب من يخرج على النظم الموضوعة أو يثور عليها. إلى جانب هذا يوجد إحترام متبادل بين أفراد الأسرة الجامعية صغيرهم وكبيرهم وتوجد حرية صحيحة قوامها هذا الإحترام المتبادل وليس لأحد أن يتعرض لحرية غيره في القول أو في العمل ما دام النظام محفوظًا. وحرية القول أو حرية الفكر أمر مقدس في نظر الجميع كما أن لكل حرية مكفولة في العمل على إقناع غيره برأيه ما دامت وسائل الإقناع متمشية مع النظام الجامعي وفي معظم البلاد المتحضرة

تكفل الدولة هذه الحرية الجامعية وتعمل على صيانتها. فالجامعات الحديثة إذًا تجمع بين صفتين متكاملتين: النظام الدقيق والحرية. أقول متكاملتين لأنه لأغنى لإحداهما عن الأخرى بل لا خير في إحداها بغير الأخرى فحيث لا يوجد النظام تكون الحرية فوضى وحيث لا توجد الحرية يكون النظام إستعبادًا.

ونحن في مصر قد قمنا بتشييد جامعة على النمط الأوربي الحديث فعلينا أن تحتفظ لها بحربتها وأن تكفل لها نظامها ومن الصعب بل لعله من المستحيل على من لم يتعلم تعليمًا جامعيًا أن يتفهم حقيقة النظم الجامعية فالنظام الجامعي كأي نظام آخر لا يعرفه إلا من خبره.

وتقوم الجامعات بنصيب وافر في تقدم العلم فالأستاذ في الجامعة يشعر أن أول واجب عليه متابعة البحث العلمي ويضع هذا الواجب فوق واجباته الأخرى كإلقاء الدروس وتنظيم الدراسات وما إليها وجميع أساتذة الجامعات أعضاء في المجامع والجمعيات العلمية المختلفة كل في دائرة تخصصه ولا يقتصر الأستاذ على متابعة أبحاثه الخاصة بل عليه أن يكون ملهمًا لغيره ممن هم دونه في المرتبة العلمية ومشرفًا على بحوثهم ومرشدًا لهم ولذلك لا يصل الأستاذ إلى كرسي الأستاذية إلا بعد أن يثبت قدرته على البحث العلمي المبتكر وعلى إرشاد غيره فيه.

فأعضاء هيئة التدريس في كل فرع من فروع العلم يؤلفون أسره رئيسها الأستاذ صاحب الكرسي تعمل كوحدة متماسكة في ميدان البحث العلمي يسترشد صغيرها بكبيرها ويتعاون الجميع على البحث والإبتكار.

وميدان التنافس بين الجامعات هو ميدان البحث. والتفاضل بين الجامعات إنما يكون على أساس تبريز كل منها في هذا الميدان فليست الجامعة بأتساع مبانيها ولا بوفرة عدد أساتذتها ولا بكثرة طلابها بل رفعة شأنها العلمي بين نظيراتها وإذا فعلينا أن نحتفظ لجامعتنا بمركزها العلمي وأن نعمل على رفع شأنها في ميدان البحث والإبتكار وألا نسمح لمستوى أساتذتها العلمي بأن ينخفض قيد أنملة عما يجب أن يكون عليه.

على أن الجامعة وإن أمكن تصورها كمجموعة من الأساتذة والباحثين إلا أن لها ناحية أخرى لعلها أبرز في نظر الجمهور وأكثر إرتباطًا بالحياة اليومية وهي ناحية كونها مدرسة لتثقيف النشء وإعداده. فالنشء يطلب العلم وهو يطلبه كغاية كما يطلبه كوسيلة وعلينا أن نجيبه إلى طلبه والجامعات الحديثة تنظم الدراسات المختلفة وتنوعها وتلحظ في عملها هذا إعداد النشء لنواحي الحياة وضروبها وليس في مقدور أمة اليوم أن تحتفظ بمقامها بين الأمم إذا هي لم تعمل على إعداد نشئها إعدادًا علميًا صحيحًا ومن الخطأ كل الخطأ أن نصرف الشباب عن العلم أيًا كانت حجتنا في ذلك فالعلم خير محض وهو إلى هذا كما يقول الإنجليز قدرة تمكن صاحبها من تذليل الصعاب ومقابلة الأحداث. والتعليم العالي لا يجوز قصره على غرض واحد هو التبحر في العلم والإبتكار فيه فإن هذا إنما يتاح للأقلية الضئيلة ممن يتعلمون تعليمًا عاليًا أما الأغلبية الساحقة فيجب أن تنوع لها الدراسات التي تمكنها من العمل المنتج في سائر المرافق فالزارع والتاجر والصانع والطبيب والمهندس في حاجة إلى العلم ليتمكنوا من القيام

بواجبهم. وإذا لم يتسع التعليم الجامعي لكل هؤلاء قالواجب إنشاء مدارس عاليًا تقوم بتثقيف النشء في هذه السبل المختلفة وكثير من الجامعات الأوربية الحديثة نشأ كمدارس عاليًا تخدم أغراضًا خاصة لجامعة ردنج نشأت كمدرسة عالية للزراعة ثم تطورت وأرتفع شأنها حتى صارت جامعة تمنح درجات وتتنافس مع غيرها في ميدان البحث العالمي. وفي النظام المتبع في القارة الأوربية تقوم مدارس فنية عاليًا تسمى **Technische Hochschule)** «تكنشه هوخ شوله» بإعداد النشء لجميع الأعمال الفنية والهندسية وفي لندن توجد الكلية الإمبراطورية للعلوم والتكنولوجيا وهي من أضخم معاهد لندن وأغناها وهذه يعد فيها الطلبة في الهندسة الكهربائية والبناء والتعدين والكيمياء الصناعية وعدد آخر وفير من الصناعات ويمنحون شهادات بإتمام دراستهم دون أن يحصلوا على درجة جامعية. وفي هذه الكلية الإمبراطورية نجد الطالب الذي يقوم بهذه الدراسات الفنية جنبًا إلى جنب مع الطالب الذي يدرس للحصول على درجة جامعية. وسواء أتبعنا في مصر هذا النظام المشترك الموجود في لندن أم أتبعنا نظام القارة الأوروبية في الفصل بين الجامعات والمدارس العليا الفنية فلا شك في أن علينا أن نسلك هذا السبيل وأن نحل هذه العقدة التي صارت مشكلة من مشاكلنا القومية ورأيي أن إنشاء مدارس عليا مستقلة مع إحتمال تطور بعضها أو كلها في المستقبل لتكون كليات جامعية هو الحل الذي يناسب ظرونا الخاصة إذ إننا نستطيع بهذه الطريقة المحافظة على مستوى عال في البحث والإبتكار العلمي للجامعة دون أن نصد الشباب عن التعليم العالي.

وهذا الموضوع ينقلنا بطريقة طبيعية إلى ناحية أخرى من نواحي مستقبل الحياة العلمية. ذكرت في أول هذا المقال أن الغرض من العلم واضح وهو المعرفة وأن العلم يطلب الحقيقة لذاتها ولكن الحياة العلمية في كل أمة تصل إلى أبعد من هذا قديمًا قيل علم بلا عمل كشجرة بلا ثمر والتبحر في العلم والإبتكار فيه كما قدمت إنما يتاح للأقلية الضئيلة. أما الأغلبية الساحقة فتطلب العلم كوسيلة لا كغاية وليس في هذا خفض من شأن العلم ولا مساس بمقامه فالعلم منشأ لذة فكرية في ذاته وهو أيضًا قوة لحل المشكلات البشرية فلذته وقيمته مضاعفتان. والحياة العلمية بيننا يجب أن تشمل هذه الناحية التطبيقية للعلوم. كما أنه من الخطأ أن يقتصر تفكيرنا العلمي على الناحية المادية فكذلك من الخطأ أن يقتصر على الناحية الأكاديمية بل إني لا أعدوا الحقيقة إذا قلت أن مستقبل مصر في الجيل القادم وما بعده سيبني على مقدار نجاحنا في إنشاء الروابط المتينة الحية بين العلوم البحتة والعلوم التطبيقية أو بين العلم والعمل ولهذا يجب إنشاء هيئة أو أكثر من هيئة لإيجاد هذه الروابط وتنميتها فمن ناحية نجد الصناعات في مصر في حاجة قصوى إلى الفنيين لحل مشكلاتها الخاصة ومن ناحية أخرى نجد الشباب في مرحلة التعليم العالي يطالب المجتمع بعمل مفيد يؤديه وقد كنا إلى عهد قريب نستقدم خبراء أجانب كلما أردنا حل مشكلة من مشاكلنا الصناعية فدبغ الجلود في حاجة إلى خبير أجنبي وصناعة الزجاج في حاجة إلى خبير أجنبي والصناعات الأخرى كلها كذلك وهذا الخبير الأجنبي كيف نشأ وكيف أعد سنجد أنه في جميع الأحوال قد تعلم تعليمًا عاليًا ثم طبق علمه على ناحية من نواحي الصناعة ونحن

تواقون إلى إنشاء صناعات متعددة بين ظهرانينا وفي كل صناعة من هذه الصناعات مشكلة أو عدة مشاكل تتطلب كلها الحل والشباب يتعلم العلم فالمنطق يقضي بالجمع بين هذين الطرفين. وقد صدر مرسوم منذ أمد قريب بإنشاء معهد لهذا الغرض يطلق عليه أسم المغفور له الملك فؤاد ومنذ صدور هذا المرسوم لم يحدث شيء جدي إلى حد علمي لتحقيق الغرض المنشود منه. والمسألة في ذاتها ليست معضلة من المعضلات فهي لا تعدو الجمع بين العلم والصناعة وفي كل أمة متحضرة نجد إلى جانب البحث العلمي البحت بحثًا من نوع آخر يسمى البحث العلمي الصناعي أو التطبيق فكل مصنع من المصانع الكبرى به قسم خاص لبحث مشكلات الصناعة التي يزاولها وبه معامل وعلماء متخصصون يتفرغون لحل المسائل التي تنشأ في هذه الصناعة فكما أن تقدم العلم أساسه البحث كذلك تقدم الصناعة أساسه البحث أيضًا. ومن الخطأ كل الخطأ أن يظن أن في إستطاعتنا الإعتماد على غيرنا في حل مسائلنا الفنية الصناعية. صحيح أننا تستطيع أن ننقل عن غيرنا الكثير من أصول الفن والصناعة ولكن المسائل الصناعية التي تنشأ لنا والتي تتطلب الحل لا مفر من الإعتماد فيها على عملنا نحن، فالظروف تتغير من بلد إلى آخر ونتائج البحث الصناعي ليست كنتائج البحث العلمي منشورة للجميع بل أنها تحاط بسياج من التكتم فإذا نجحت وصار لها قيمة إقتصادية أحيطت بسياج من الحقوق القانونية. وكثير من مشاكلنا الصناعية خاص بنا كإستخراج الثروة المعدنية الذي يرتبط بجيولوجية أرضنا وكصناعاتنا الزراعية التي ترتبط بأنواع محاصيلنا وبظروفنا الإقتصادية.

وفي رأيي أنه يمكن البدء في تحقيق هذا الغرض بدءًا متواضعًا بتخصيص مبلغ غير كبير من المال للبحث الصناعي فالشباب بعد أن يتم تعليمه العالي الأكاديمي يوجه نحو البحث الصناعي في معمل خاص أو في معاملنا الحالية يرشده في ذلك أساتذة متخصصون وإذا نجحت هذه التجربة وأقتنع أرباب الصناعات في مصر بفائدة هذه البحوث أمكن تخصيص مبالغ أكبر لهذا الغرض وفي أوروبا تخصص أرباب الصناعات مبالغ طائلة للبحوث الصناعية لإقتناعهم بفائدتها إلى أن بعضهم ليخصص أمواله للبحوث العلمية البحتة لإقتناعهم بأن نقدم العلوم البحتة هو أساس التقدم الصناعي فمثلًا نجد «السير الفرديارو» وهو قطب من أقطاب الصناعات في إنجلترا يمنح المجمع البريطاني في لندن مبلغ مئة ألف جنيه ليصرف ريعه في البحث العلمي البحت وتقدر الأموال التي يخصصها أرباب الصناعات في إنجلترا وأمريكا للبحث العلمي بمئات الملايين من الجنيهات.

ولا بد من الإشارة إلى ناحية أخرى من نواحي حياتنا العلمية يجب علينا أن نتعهدها بالعناية في السنين القادمة هي ناحية التأليف العلمي وأقصد بالتأليف العلمي تدوين العلوم باللغة العربية بحيث تصبح لغتنا غنية بمؤلفاتها في مختلف العلوم ولا شك في أننا في أشد الحاجة إلى كتب عربية في كل فرع من فروع العلم ففي حين يجد كل لغة من اللغات الحية غنية بكتبها ومؤلفاتها العلمية تنفرد اللغة العربية بفقرها المدقع في المؤلفات العلمية ولا أظنني أعدو الحقيقة إذا قلت أنه لا يكاد يوجد كتاب واحد في

أي فرع من فروع العلم يمكن إعتباره مرجعًا أو حجة. والكتب التي تظهر يكون مستواها عادة منخفضًا لا يزيد على مستوى التعليم الثانوي أو المرحلة الأولى من التعليم العالي وهذا الأمر جد خطير فإننا إذا لم ننقل العلوم إلى لغتنا ولم ندونها بقينا عالة على غيرنا من الأمم وبقيت دائرة العلم في مصر محصورة في النفر القليل الذين يستطيعون قراءة الكتب الأجنبية العلمية وفهمها. وحالنا اليوم تشبه ما كانت عليه حال العرب في القرنين الثامن والتاسع أو ما كان عليه حال أوروبا في القرون الوسطى فالعرب تنبهوا إلى ضرورة نقل علوم الإغريق إلى اللغة العربية فقام الخلفاء والأمراء بتشجيع العلماء على الإنقطاع إلى النقل والتأليف. ولعل القارئ يذكر المكتبة الكبرى في أيام الخليفة المأمون التي كانت تعرف بخزينة الحكمة وأن كثيرًا من علماء ذلك العصر كانوا منقطعين إليها يشجعهم على ذلك ما تحلى به المأمون من الرغبة في العلم وتقريب أهله وأدنائهم وبسط كنفه لهم ومعونته إياهم وقد كان من نتيجة هذا كله أن صارت اللغة العربية لغة العلم والتأليف وبقيت محتفظة بسيادتها العلمية على لغات الأرض جميعًا عدة قرون. ونحن إذا شئا أن نعيد إلى لغتنا مجدها العلمي فعلينا أن نعني بتشجيع التأليف والتدوين والنقل وعلى الدولة ألا تضن بالمال الواجب إنفاقه في هذا السبيل ومن الممكن البدء في هذا العمل فورًا بميزانية سنوية لا تتجاوز بضعة ألوف من الجنيهات وهو لعمري مبلغ صغير إذا قيس بالنتائج الهامة التي تنجم عن صرفه والطريقة المثلى لذلك هي أن تعهد الدولة القادرين من العلماء في كل فرع من فروع العلم بنقل الكتب العلمية وتأليفها وأن تقوم الدولة بطبع هذه الكتب ونشرها ولا يجوز أن

يترك الأمر المجهود الفردي بل لا بد من تضافر العلماء وتعاونهم في هذا السبيل فكل كتاب ينقل أو يؤلف يجب أن تقوم عليه لجنة تجمع خيرة من تخصصوا في موضوع الكتاب ولا يخفى ما في هذا العمل من مشقة وما له من إرتباط بتطور اللغة العربية العلمية ومصطلحاتها. والتأليف العلمي هو الوسيلة الطبيعية لإيجاد هذه المصطلحات في لغتنا فكل لغة حية إنما تنمو عن طريق التأليف والكتابة واللغة العلمية وليدة التفكير العلمي. والمصطلحات العلمية في اللغات الأوروبية إنما نشأت بهذه الطريقة ونتجت عن نمو العلم والتأليف ومن العبث أن يقوم بجمع بفرض المصطلحات على المؤلفين فرضًا وإنما تأتي مهمة المجامع بعد مهمة المؤلفين لا قبلها فالمجمع اللغوي يجمع ما ورد في الكتب العلمية من مصطلحات ويدونها ويفسرها على أنه لما كان الأمر مرتبطًا كما قدمت بتطور لغتنا ونموها فإن من الواجب أن يكون في كل لجنة من اللجان التي يعهد إليها بالتأليف عضو متضلع في اللغة العربية وأساليبها حتى تخرج اللغة العربية سليمة وحتى ترتبط لغة التأليف العلمى بلغة الأدب إرتباطا طبيعيًا مثمرًا ولكي يستدل القارئ على مبلغ ما وصلت إليه اللغة العلمية في العصر العربي من جمال في الأسلوب وسلاسة في العبارة أشير عليه بالرجوع إلى العبارات التي أقتطفتها في مقال سابق[١] من مقدمة محمد بن موسى الخوارزمي لكتابه في الجبر والمقابلة فإنه سيجدها قد جمعت بين منطق العلم وروعة الأدب.

لهذا أرى أن يختار المؤلفون على قدر الإمكان ممن يحسنون صناعة

---

(١) أنظر ص ٦٧.

اللغة فإذا تعذر ذلك أشترك معهم من يعاونهم في ذلك.

وموضوع التأليف العلمي وإرتباطه بحياتنا الفكرية إنما هو جزء من موضوع أوسع وأعم ألا وهو العلاقة بين حياتنا العلمية الماضية والمستقبلة وهو موضوع الأسس التي يجب أن نبني عليها صرح مجهودنا العلمي فالحياة العلمية في كل أمة عنصر هام من عناصر ثقافتها العامة وكما أن الأمة المتحضرة تكون لها ثقافة أدبية ترتبط بتاريخها وتتجسم في لغتها ويكون عنوانًا عليها ذلك التراث الخالد من شعر شعرائها ونثر كتابها وكما أن الأمة المتحضرة أيضًا تكون لها ثقة فنية تتمثل فيما أبدعته أيدي فنانيها في مختلف عصور تطورها من تلك الرموز الملموسة على المشاعر الخفية تلك الرسالات الملهمة التي تنبعث عن قلب الفرد فتصل إلى قلب الأمة وربما تعدته إلى قلب الإنسانية ذاتها أقول كما أن الأمة المتحضرة تكون لها هذه الثقافة الأدبية وتلك الثقافة الفنية وغيرها من ثقافة خلقية ودينية وسياسية وما إليها كذلك تكون للأمة المتحضرة ثقافة علمية ترتبط بتاريخ التفكير العلمي فيها وتحتوي ما أبتكره عقول أبنائها من الآراء والنظريات العلمية وما وصلت إليه من الكشوف في سائر ميادين البحث العلمي وما نقلته وهذبته وإستاغته من آراء غيرها مما دخل في صلب المعرفة البشرية على ممر العصور والأجيال. وحياتنا العلمية في حاجة إلى أن تتصل بماضينا فتكسب بذلك قوة وحياة وإلهامًا. ونحن في مصر اليوم ننقل المعرفة عن غيرنا ثم نتركها عائمة لا تمت بصلة إلى ماضينا ولا تتصل بتربتنا فهي بضاعة أجنبية عليها مسحة الغرابة، غرابة في اللفظ وغرابة في المعنى إذا

ذكرت النظريات قرنت بأسماء أعجمية لا يكاد المرء مما يتبين معالمها وإذا عبر عن المعاني فبألفاظ مخيفة يفر منا الفكر وترتبك أمامها المتخيلة ومن الواجب أن نعمل على تغيير هذا الحال فأولًا يجب أن ننشر الكتب العلمية التي وضعها العرب ونقل عنها الإفرنج ككتب الخوارزمي وأبي كامل في الجبر والحساب وكتب أبن الهيثم في الطبيعة وكتب البوزجاني والبيروني والبتاني وغيرهم كثيرون من قادة التفكير العلمي وعظماء الباحثين المدققين. هذه الكتب موجودة الآن ولكن أين؟ إنها محفوظة في مكتبات ومتاحف في مشارق الأرض ومغاربها يعرف عنها الإفرنج أكثر مما نعرف ويقومون بترجمتها وشرحها والتعليق عليها وينشرون هذا كله بلغات أجنبية في مجلاتهم العلميه وما أجدرنا بأن نكون نحن القائمين على ذلك، وثانيًا يجب أن نعني بتمجيد السلف من علمائنا وباحثينا فيكون لنا في ذلك حافز للإقتداء بهم وتتبع خطاهم وقد بذلت بعض الجهود في هذا السبيل في السنين الأخيرة فأقيم حفل لتخليد ذكرى أبن الهيثم ونشر كتاب الخوارزمي في الجبر والمقابلة وعلينا في السنين الآتية أن نزيد في هذه الحركة وأن ننظمها. فالتأليف العلمي وإحياء كتب العرب وتمجيد علمائهم أمور ثلاثة يجب أن تدرج في جدول أعمال حياتنا الفكرية في المستقبل القريب.

كيف ينبغي أن يوجه العلم والعلماء لتحقيق تعاون عالمي ؟

لن أخوض في أمر التعاون بين الأمم من ناحية إمكانيته أو إستحالته، وإنما أفترض إفتراضًا أن النية قد عقدت على هذا التعاون. فالمقصود من هذا المقال إنما هو الوصول إلى معرفة ما ينبغي أن يكون. ومعرفة ما ينبغي أن

يكون خطوة لازمة وسابقة بالضرورة لتكييف ما هو كائن.

كيف ينبغي أن يوجه العمل والعلماء لتحقيق تعاون عالمي، إن التعاون العالمي بين العلماء فائم منذ سنين. فالعلماء في مشارق الأرق ومغاربها يكونوا أسرة واحدة تربطهم روابط لا إنفصام لها. فالعالم الأمريكي في معمله يتم بحثًا ونشره في مجلة أمريكية باللغة الإنجليزية وبعد مدة وجيزة تكون هذه المجلة في أيدي علماء أوربا وآسيا وأفريقيا وأستراليا فإذا هم عاكفون على دراسة هذا البحث ثم هم بعد ذلك معقبون عليه أو ممحصون له وقد يحدث أن يثير هذا البحث إهتمام عالم في آسيا فيقوم بتجربة متممة لتجربة العالم الأمريكي وينشر نتائجها في مجلة يابانية بلغة أخرى كاللغة الألمانية ثم يتلقف الكرة بعد ذلك عالم نرويجي ينشر بحثه باللغة السويدية وهكذا. بل إن الذي يحدث في كثير من الأحايين هو أن يشتغل العلماء في قارات البسيطة المختلفة في بحث مسألة واحدة فتتكون فرق من العلماء في فروع العلم تجمعهم الرابط العلمية وأن تفرقوا على سطح المعمورة.

هذا التعاون العلمي قائم بين العلماء منذ سنين وقد نشأ عن تنظيمه والعناية به في أواخر القرن الماضي وفي القرن الحالي إزدياد عظيم في تقدم العلم ووفرة في الإنتاج العلمي. وعدا تبادل المجلات العلمية بين الأمم المختلفة توجد وسائل أخرى لتحقيق تعاون العلماء كعقد المؤتمرات وتبادل الأساتذة بين الجامعات وإرسال البعثات العلمية وإنتخاب أعضاء أجانب ومراسلين في المجامع العلمية وغير ذلك من وسائل التعاضد والتساند. وقد

نشأ عن هذا كله أن صار العلماء في مشارق الأرض ومغاربها ينظرون إلى أنفسهم كأسرة واحدة يعين كبيرها صغيرها ويعطف عليه ويجل صغيرها كبيرها ويسترشد به وللجميع غاية مشتركة هي رعاية شجرة المعرفة وإنماؤها وإحلال نور العلم محل ظلام الجهالة. وفي وسط هذا كله يوجد التنافس السليم المشروع بين العلماء جميعًا تنافس لا يشوبه حقد أو أثره حتى إذا ما وصل عالم إلى الكشف عن حقيقة جديدة ووفق في الوصول إلى ما لم يوفق إليه غيره، أكبر العلماء نبوغة وعبقريته وجده وإخلاصه وأحلوه المكان اللائق به بينهم ولا شك في أن حجر الزاوية في بناء هذا المجهود التعاوني إنما هو حب العلماء للحق وشغفهم به وإخلاصهم في طلبه فهذا هو الذي يلهمهم أعمالهم ويهديهم سبلهم.

ومما تجب ملاحظته أن هذا التعاون بين علماء الأمم المختلفة لم يكن ليتحقق لو لم يسبقه تنظيم التعاون بين علماء الأمة الواحدة وهذه حقيقة أرجو أن توليها ما نستحقه من عناية. لأنها تنطبق لا على التعاون العلمي وحده ولكن على كل تعاون منتج بين الأمم فقبل أن توجد الجمعيات التي تنظم المؤتمرات التي تشترك فيها الدول المختلفة وجدت الجمعيات التي يربط كل منها بين علماء الدولة الواحدة. وبعبارة أخرى قد كان من الضروري أن ينشأ المجمع العلمي في باريس والجمعية الملكية في لندن والمجامع العلمية في وشنطن وطوكيو قبل إنشاء الجمعيات الدولية الدائمة في جنيف وبروكسل.

وخلاصة ما تقدم أن التعاون بين العلماء حقيقة واقعة وأن أساليب

هذا التعاون قد درست ونظمت بحيث لا ينقصها إلا التطور الطبيعي دون مساس بالأسس التي بنيت عليه. إلا أن هذا التعاون محدود المدى فهو لا يخرج عن دائرة العلوم الأكاديمية وهي دائرة تكاد لا تمس حياتنا اليومية، فالعلماء يشتغلون في معاملهم ومكتباتهم وجامعاتهم ويحضرون إجتماعات جمعياتهم العلمية ويطالعون نتائج أبحاث زملائهم من العلماء ثم هم يحضرون المؤتمرات الدولية ويتعاونون جميعًا على غرضهم المشترك وهو الوصول إلى المعرفة. وهم في هذا كله بعيدون عن مشاكل السياسة والحرب والإجتماع لا يعنون بأمرها إلا بقدر ما يعني الفرد العادي أو دون ذلك. لا شك في أن موقف العلماء هذا من المجتمع موقف تقليدي قد تحدد في القرون الوسطى بل إنه قد تحدد منذ العصر الإغريقي والعصر الإسلامي فمن ذلك الحكاية التي تروي عن إقليدس إذ دخل عليه رجل فوجده يرسم دوائر ومثلثات وينعم النظر في أشكالها الهندسية فسأله ما الفائدة من هذا كله. فكان رد إقليدس أن صفق بيديه فحضر خادمه فقال إقليدس للخادم أعط هذا الرجل دينارًا.

ومغزى هذه الحكاية أن العالم إنما يطلب العلم لذاته شغفًا به وحبًا فيه فمن كان يريد الفائدة المادية فيطلبها عن طريقها وليترك العلماء منهمكين في بحوثهم مقبلين عليها ناعمين بها. هذا هو الموقف التقليدي للعلم إزاء المجتمع وهو موقف سليم في حد ذاته أو أنه كذلك من وجهة نظر العلم إذ لا شك في أن النفس البشرية تواقة إلى المعرفة وحب الإستطلاع غريزة لا تقل في أهميتها أو في عمقها النفسي عن غيرها من

الغرائز البشرية وليس لإنسان أن يعطي لأي عمل من أعمال البشر قيمة أعظم من قيمة الإشتغال بالعلم. ولكن أمن الممكن أن يبقى العلماء في صوامعهم متجاهلين ما بين عملهم وبين المجهودات البشرية الأخرى من صلة تزداد مرور الزمن؟ كلنا يعلم أن الصلة بين نتائج البحوث العلمية وبين حياتنا اليومية إذا أمكن إهمالها أو التغاضي عنها في القرون الوسطى لضآلتها في ذلك العهد أقول إذا أمكن ذلك في القرون الوسطى فقد صار غير ممكن في عصرنا الحالي فكل ما يحيط بنا في حياتنا الحديثة أو جله مرتبط بالعلم بل وناتج عنه والعلماء إذا إستطاعوا أن يعيشوا في بروجهم العاجية في القرن السادس عشر دون أن تزعجهم ضوضاء الحياة المحيطة بهم فإنهم لن يستطيعوا ذلك اليوم وقد أرتفعت جلبة حياة الأمم والأفراد بحيث لم تعد تقي العلماء منها بروجهم ولا صوامعهم – والغريب في هذا الأمر أن هذه الجلبة التي أصبحت تقلق راحة العلماء إنما هي نتيجة لما فعلته أيديهم. فهم مع حرصهم الشديد على عيشتهم الهادئة ليتفرغوا للعلم والبحث العلمي قد أعطوا المجتمع نتائج بحوثهم فلم يلبث أن أستخدم هذه النتائج في إحداث تلك الجلبة التي تعكر على العلماء صفوهم وتكدر هدوءهم والأدهى من ذلك أن هؤلاء الذين يحدثون الجلبة بطياراتهم وسياراتهم ويعكرون صفو الحياة بدباباتهم ومدافعهم قد بدأوا يحدثون نوعًا جديدًا من الصخب في أقوالهم فهم يزعمون أن هؤلاء العلماء الوادعين الهادئين هم المسئولون عن هذه الآلات المستحدثة التي تضج بها الأرض والسماء وهم يلقون التبعة على العلم والعلماء فيها إستحدثوه من آلات مهلكة وأدوات مفزعة. ولهذا لم يعد من الممكن للعلم أن يحتفظ

بموقفه التقليدي إزاء المجتمع وأن يبقى العلماء قابعين في صوامعهم وبروجهم العاجية بل صار عليهم أن يتبصروا ما حولهم وأن يعيدوا النظر في موقفهم إن لم يكن لسبب آخر غير الإحتفاظ بهدوئهم وراحة بالهم. على العلم إذن أن ينظم العلاقة بينه وبين المجتمع وعلى العلماء أن يدرسوا هذه العلاقة وأن يحددوا ما ينبغي أن يكون عليه الحال بين العلم والمجتمع وأن يوجهوا مجهوداتهم في هذا السبيل توجيهًا صحيحًا يكفل للعلم النماء ويؤدي بالبشر إلى الرخاء.

ويظهر لي أن أول نقطة جديرة بالبحث في هذا الصدد إنما هي المسئولية الأخلاقية التي تقع على عاتق العلم والعلماء أو يظن أنها تقع على عاتقهم إزاء تلك الآلات والمخترعات الجهنمية التي ترمي إلى إهلاك البشر وتعذيبهم وهنا يجدر بالمفكر أن يفرق بين العلم البحث الذي يرمي إلى المعرفة لذاتها وإلى نوع آخر من المجهود البشري له صلة بالعلم وإن لم يكن منه في شيء وأقصد به الإختراع أو العلم التطبيقي كما يسمى. ويتميز العلم التطبيقي عن العلم الصحيح أو العلم البحث بالغرض الذي ينشده والهدف الذي يسعى إليه. فالإختراع أو العلم التطبيقي لا ينشد الحقيقة ولا المعرفة وإنما يطلب شيئًا آخر هو إستحداث آلة أو وسيلة تمكن صاحبها من فعل معين كالطيران في الجو أو الغوص في الماء أو تدمير هدف أو تسميم نفر من الناس أو غير ذلك من الأغراض التي يسعى إليها الساعون.

والنقطة الجوهرية في هذا الموضوع أنه لولا المعرفة التي يصل إليها

العلماء لما تمكن المخترع من إستحداث آلته فإذا كانت الآلة ضارة أو مهلكة جعل العلم مسئولًا عنها بطريق غير مباشر. ولا شك في أن المسئولية الحقيقية في إستخدام مثل هذه الآلات إنما تقع على الذين يقومون على وضعها وعلى إستخدامها في التدمير والتعذيب. فكل علم يمكن أن يستخدم في الخير كما يمكن أن يستخدم في الشر وكل ما يمكن أن نطلبه إلى العلماء أن يبينوا الأخطار التي تنجم عن تطبيق علمهم في إختراع مثل هذه الآلات. وعلى القائمين على تنظيم التعاون العالمي أن يسنوا القوانين لدرء هذه الأخطار وأن يعاملوا من تحدثه نفسه بإستخدام نتائج العلم في التدمير والتخريب معاملة المجرم سواء بسواء وأن يكون لديهم من سلطة التنفيذ ما يمكنهم من معاقبة المجرمين والقضاء عليهم وقطع دابرهم. والنظام القائم الآن في الأمم المختلفة يسمح لكل مخترع بإختراع ما يشاء من آلات كما يسمح له بتسجيل إختراعه بحيث يصبح له الحق في الحصول على الفائدة المالية التي تنشأ عن إختراعه ولا تفرق القوانين الحالية بين المخترعات المختلفة ضارها ونافعها. وأكثر من ذلك تقوم كل حكومة بتشجيع المخترعين على إستحداث وسائل التدمير والتخريب وترصد لذلك الأموال في ميزانياتها ويتسابق الجميع في هذا الميدان تسابقًا عنيفًا. ولا شك في أن هذا النظام فاسد يجب تغييره إذا كانت الأمم جادة في طلب التعاون العالمي كما يجب أن يحل محله نظام آخر مبني على تفرقه واضحة بين ما هو مشروع وما ليس بمشروع في الإختراعات والوسائل المستحدثة فإذا وضع نظام كهذا وتعاونت الأمم على تنفيذه بإخلاص وكانت لديها الوسائل الناجعة لضمان تطبيقه. أقول

إذا حدث كل هذا فإن المخترعين سيتجهون بإختراعاتهم في النواحي المشروعة ونكون بذلك قد وجهناهم توجيهًا صحيحًا نحو فائدة البشرية. ويجب أن تعامل الحكومات في هذا معاملة الأفراد سواء بسواء. فالحكومة التي تشجع المخترعات الضارة تعتبر حكومة مجرمة ويحال بينها وبين غرضها الدنيء بما يكون لدى القائمين على تنفيذ هذا النظام من وسائل السلطة المشروعة. ولست أزعم أن هذا النظام كفيل بمنع كل إختراع ضار بالبشرية فالقانون والعقوبة لا يمنعان من إرتكاب الجريمة على وجه الإطلاق.

ولاشك في أن بعض الحكومات أو بعض الأفراد ستحدثهم نفوسهم الشريرة بالخروج على القانون وإرتكاب جريمة الإختراع المهلك إلا أن هؤلاء سيكونون أقلية يسهجنها الرأي العام بين الأمم ويوقع بها العقاب المنصوص في مواد القوانين. ولعل البعض يظنني مستغرقًا في الخيال حين أتكلم عن معاقبة الحكومات إلا أنني كما ذكرت لا أتعرض لموضوع التعاون بين الأمم من ناحية إمكانيته أو إستحالته بل أتكلم عما ينبغي أن يكون وإذن فلا يمكن أن يقوم إعتراض على قولي مبني على إفتراض عدم إحتمال التعاون. وإذن فالعلم إنما يرمي إلى المعرفة ولا يمكن أن يهتم بالتخريب والمخترعون ومن يقوم على تمويلهم وتشجيعهم هم الذين تقع عليهم التبعة الأولى وهؤلاء إذا نظمت أمورهم ووضع لهم قانون نافذ ترتضيه الأمم وتسهر عليه إستقام الحال. هذه هي الخلاصة. ولكن أليس معنى هذا أن العلماء إنما يتملصون بذلك من كل تبعة ويلقونها على غيرهم خطأً أم صوابًا ثم يتركون الأمور والتنظيم لغيرهم ويعودون إلى صوامعهم وإلى موقفهم التقليدي إزاء المجتمع؟ وإذا كان الأمر

كذلك وأخشى أنه كذلك فما هو الدور الإيجابي الذي يريد العلماء أن يقوموا به في التعاون العالمي؟

أذكر أنني حضرت مؤتمرًا عقد في لندن حوالي عام ١٩٣٠ سمي المؤتمر الأول لتاريخ العلوم وقد حضر هذا المؤتمر نفر غير قليل من العلماء قادمين من أمم متعددة. في هذا المؤتمر سمعت الخطباء يضربون على نغمة واحدة ألا وهي إن تاريخ العلوم يجب أن يعني به العناية كلها لأن التقدم العلمي أهم بكثير للبشرية من الحروب التي يسجلها التاريخ وقد كان الغرض الأول من عقد هذا المؤتمر إثارة إهتمام الناس بتاريخ العلوم وتوجيه الجامعات والمدارس نحو العناية بهذه الناحية من نواحي التاريخ. وقد ذكر الخطباء وكرروا أن العلم هو الذي أعطى المجتمع البشري جل ما يملك من وسائل الحضارة والرفاهية وعابوا على المجتمع أن ينكر جميل العلم والعلماء فلا يحفل بأمر تاريخ العلوم في حين أنه يعني العناية كلها بتاريخ الملوك والأمراء وما حدث بينهم من حروب ومعاهدات وأشياء أخرى كثيرة هي في الواقع ونفس الأمر قليلة الأهمية تكاد تكون تافهة في تاريخ تطور البشرية إذا قيست بتاريخ العلم والإختراع. وقد تساءل بعض المتكلمين أيهما كان أكبر أثرًا في تطور البشرية حروب نابليون أم إختراع جيمس وات للآلة البخارية ولماذا نعني بتلقين أطفالنا ما حدث لنابليون في حياته العامة من أحداث حربية وسياسية بل إننا لنزيد على ذلك ما حدث له في حياته الخاصة من أمور عادية، لماذا نفعل كل ذلك ولا نلقن النشء كلمة واحدة عن تاريخ إختراع الآلة البخارية وعن حياة ذلك المخترع العظيم جيمس

وات وما بذله من مجهود مضن في عمله المجيد. رجل يقتل الناس ويرمل النساء وييتم الأطفال نعده بطلًا ونعني بشأنه العناية كلها وآخر يرفه عن الناس ويجلب لهم الخير والحرية والسعادة فلا نكاد نذكره أو نتحدث عنه ولا شك أن هذا التساؤل ينطوي على منطق قوي وإدراك صحيح لقيم الأشياء إلا أنني لاحظت أن هؤلاء الخطباء في ذلك المؤتمر بالرغم من قوة منطقهم وصحة تفكيرهم لم يصلوا إلى شيء يذكر من وراء عقد مؤتمرهم. فالمؤتمر نظر إليه كإجتماع عادي لطائفة من العلماء تنازل أحد وزراء الدولة بإفتتاحه ثم ألقيت الخطب وأنتهي الإجتماع على ما تنتهي عليه أمثاله من إجتماعات العلماء وبقيت مناهج الدراسة والإمتحانات العامة في سائر الأمم تعني بأمر نابليون وتهمل أمر جيمس وات. وقد دار بيني وبين بعض المؤتمرين في ذلك الحين حديث قوامه هذا الأعراض من جانب المجتمع عن أمر العلم والعلماء وهذا الإعتكاف عن المجتمع من جانب العلماء أنفسهم. ثم تساءلنا إذا كان العلم يمنح المجتمع كل أسباب الرفاهية فلماذا لا يكون هو صاحب السلطان في تنظيم هذه الرفاهية التي هو أصلها ومدمع معينها، ولماذا يعطي العلم للمجتمع النور الكهربائي والقدرة الكهربائية كهبة خالصة لوجه الله تعالى هذه الهبة التي يقدر ريعها السنوي بمئات الملايين من الجنيهات ثم هو بعد ذلك يعود فيستجدى المجتمع بضعة قروش أو جنيهات ليصرفها في البحث العلمي. ألم يكن أولى به ألا يهب شيئًا وأن يحتفظ لنفسه بكل شيء أو على الأقل أن يحتفظ لنفسه من الهبة يقدر حاجته؟ هذه هي الأسئلة التي عنت لنا ولا تزال تعن للمفكر كلما أمعن النظر في العلاقة التي ينبغي أن تتكون بين العلم والمجتمع فلما أعلنت

الحرب الحالية نشأ إلى جانب هذه الأسئلة سؤال آخر هام هو الآتي. أيستطيع العلم والعلماء أن يقفوا منعزلين عما هو حادث في العالم اليوم من تخريب وتدمير خصوصًا إذا لاحظنا أن ما وهبوه للمجتمع من العلم هو السبب الأول الذي لولاه لما أمكن هذا التدمير. وأليس من واجبهم وهم قوم قد جبلوا على حب الخير والحق أن يبذلوا قصارى جهدهم كي لا تتكرر المأساة الحالية وهي إن تكررت كانت في الغالب أدهى وأمر؟ لنفرض أن رجال السياسة ورجال الأعمال في هذه الحرب لم يفلحوا في أن يحققوا التعاون العالمي المنشود بين الأمم أليس العلماء في مركز يسمح لهم بإنقاذ البشرية من سوء هذه العاقبة؛ قبل أن أحاول الإجابة على هذه الأسئلة سأبين الكيفية التي يتبعها العلماء في منح ثمرات عقولهم إلى المجتمع والطريقة التي يسير عليها المجتمع في الإستفادة من هذه الثمرات. أن الأديب أو الشاعر أو المؤلف الموسيقي إذا ألف كتابًا أو رواية مسرحية أو قطعة موسيقية فإن القوانين الوضعية في معظم البلاد المتحضرة تجعل لهم حقوقًا مصونه ولو إلى حين بحيث لا يستطيع ناشر أو مخرج أو عازف أن يستفيد من هذا الإنتاج العقلي إستفادة مادية بغير رضاء المؤلف. هذا هو الحال في الأدب والموسيقى. أما في الإنتاج العلمي البحت فالأمر على عكس ذلك. لنفرض أن عالمًا كشف عن قانون من قوانين الطبيعة أو عن ظاهرة من الظواهر التي لم تكن تعرف من قبل. إذا حدث ذلك وهو حادث في كل يوم فإن هذا العالم يرسل عمله إلى إحدى الجمعيات أو المجلات العلمية فتنشره على الملأ ويكتفي العالم من عمله باللذة الفكرية التي تعود عليه وبالفخر والتكريم الذي يناله بين مصاف العلماء وقد تمنحه

إحدى الهيئات لقبًا أو مدالية أو إحدى الحكومات وسامًا أو رتبة وإن كان من الطراز الأول بين العلماء فربما منح جائزة نوبل وهي جائزة مالية لا تتعدى قيمتها بضعة ألوف من الجنيهات. هذا هو كل ما يعود عليه من فائدة أدبية أو مادية. ولنفرض أن مخترعًا أطلع على عمل هذا العالم المنشور في المجلة العلمية وأستخدم هذا العلم الجديد في إختراع آلة لها خطرها وأثرها في حياة المجتمع. إن القوانين والتقاليد الحالية لا تعطى للعالم صاحب الكشف الأول ولا للجمعية العلمية التي نشرت بحثه ولا للجامعة التي ينتسب إليها أي حق من الحقوق المدنية إزاء هذا المخترع الذي إستفاد من مجهوداتهم جميعًا. وقد حدث هذا مرارًا وتكرارًا بل هو حادث في كل يوم ومن الأمثلة الظاهرة عليه الراديو أو التخاطب اللاسلكي فصاحب الفضل الأول في هذا الإختراع إنما هو العالم الإسكتلندي كلارك ماكسويل الذي قال لأول مرة بوجود أمواج كهربائية تنتقل في الفضاء بسرعة الضوء ثم تبعه هاينرخ هيرتز العالم الألماني وهو الذي أثبت وجود هذه الأمواج كحقيقة واقعة ودرس خواصها ومالها من صفات. وقد قنع كل من ماكسويل وهيرتز من عملهما باللذة الفكرية والفخر العلمي ثم جاء ماركوني وغيره من المخترعين فأستغلوا نتائج أبحاثهما وأبحاث غيرهما من العلماء إستغلالًا ماديًا عاد عليهم وعلى غيرهم بالربح الوفير. أردت أن أشرح هذه النقطة لما لها من إرتباط وثيق بالموضوع الذي نحن بصدده.

وبعد فهل نغير قوانيننا ونظمنا بعد الحرب بما يجعل لكل عالم ملكية ما يصل إليه من كشف بحوثه، أم هل نحول مجامعنا وجمعياتنا العلمية إلى

شركات مساهمة تفرض ضريبة على كل من يستخدم نتائج البحث العلمي لغرض من الأغراض المادية؟

في مصر القديمة كان العلم وقفًا على نفر قليل من رجال الدين وزعماء الدولة ففي ذلك العصر البعيد المحوط بكثير من الشك كان رجال الدين ورجال الدولة يعلمون ما للعلم من قوة وسلطان وينظرون إليه كسلاح يستعينون به على الحكم ويخضعون به الناس للكنيسة والدولة. هكذا كانت حالهم في ذلك العهد ولا شك في أننا اليوم وإن أعجبنا بدهاء هؤلاء الزعماء ومقدرتهم إلا أننا بعيدون كل البعد عن أن ننظر إلى العلم هذه النظرة الشاذة البغيضة. بل نحن على النقيض من ذلك ننظر إلى العلم نظرتنا إلى الهواء أو إلى النور ونجعله حقًا طبيعيًا لكل إنسان ونرى في إنتشاره بين الناس تعميمًا للخير وقضاء على شر من أعظم الشرور وأفتكها بالبشرية وهو الجهل. فالعلم إذن نور يجب أن يشع وخير يجب أن يعم وأول واجب على العلماء إنما هو حمل شعلة العرفان ونشر ضيائها وتبديد غياهب الجهالة. وليس يعقل أن نرجع في تفكيرنا إلى عصر المصريين القدماء أكثر من أن نرجع إلى عهد السحر والتنجيم. ومع هذا فإننا نشعر جميعًا أن القدرة الناشئة عن العلم يجب ألا تكون في متناول كل سفيه يبعث بها كيف شاء بل يجب أن تحاط بسياج يعصمها ويعصم الناس من كل عبث بها وبالناس ومن كل محاولة لإستخدامها في الضار دون النافع فالشخص الذي يمنح القوة والسلطة يجب في الوقت ذاته أن يؤتى الحكمة وأن يكون له مثل عليا تعصمه من البطش ونقي الناس شر طغيانه وإلا فسدت الأرض وعم الخراب.

هذا من ناحية ومن ناحية أخرى تعلم أن العلم والحكمة مقترنان من قديم الزمان حتى ليكادان يترادفان والفلسفة مرادف ثالث لهما وقد نشأ العلم الحديث كفرع من فروع الحكمة أو الفلسفة سمي الفلسفة الطبيعية ولا تزال الجامعات إلى اليوم تستخدم لفظ الفلسفة بمعنى العلم حين تمنح درجات الدكتوراه في الفلسفة فقد كان العلماء ولا يزالون يتحلون بصفات نفسية وخلقية تعتبر ملازمة لصفتهم كعلماء فالعلم والفضل والخلق القويم كل هذه توائم لا إنفصال لها. وإذن فلا يكفي أن يعطى العلماء علمهم إلى المجتمع مجردًا بل عليهم أن يعطوا إلى جانبه تلك الصفات الخلقية السامية التي هي جديرة بالعلم وقرينه بل متممة له وليس هذا المعنى جديدًا بل هو شائع ومعروف فمدارسنا وجامعاتنا وإن كانت دورًا للعلم إلا أنها في الوقت ذاته دور للأخلاق. وتلقين المعرفة منذ الصغر يقترن بالتربية التي هي التقويم أو تكوين الخلق كما يقول المربون، ويظهر لي أن في هذا المعنى البسيط مفتاح المشكلة التي نحن بصددها. فالمأساة التي نشاهدها حولنا اليوم والفتك الذريع بالبشرية والآلات المهلكة التي تنسب إلى العلم كل أولئك مرتبط ارتباطًا جوهريًا بوجوب إقتران العلم بالقانون الخلقي. أو بعبارة أخرى أن هذا التدمير وهذه الفظائع هي نتيجة فصل العلم عن القانون الخلقي. والعلماء لم يعد لهم أن ينظروا إلى أنفسهم كطلاب للمعرفة فحسب بل عليهم أن يذكروا واجبًا آخر هو الدفاع عن المبادئ الخلقية القويمة وكما أن على العالم أن ينشر علمه بين الناس وأن يحميه ويدافع عنه بل ويضحي من أجله كذلك عليه في الوقت ذاته أن ينشر المبادئ الخلقية القويمة وأن يدافع عنها ويضحي من أجلها وإذا ذكرت الأخلاق والمبادئ

الخلقية فإنما أقصدها بأوسع معانيها فالقانون الخلقي ينظم سلوك الأفراد كما ينظم سلوك الجماعات وهو ينظم سلوك الأمم المختلفة فيما بينها ولا شك في أننا في حاجة اليوم إلى تطبيق المبادئ الخلقية في مدى أوسع . ففي الماضي كانت الحياة تختلف إختلافًا بينًا عما هي عليه الآن وكان سلوك الفرد مع أخيه أو جاره محدودًا بظروف الحياة في تلك العصور وكان سلوك مجتمع نحو آخر أكثر تحديدًا. أما اليوم فقد أتصل الأفراد في المجتمع الواحد إتصالًا وثيقًا كما إتصلت الأمم في أنحاء المعمورة وسهلت وسائل الإنتقال وأصبح من اليسير التراسل والتخاطب بين القارات كل هذا قد وسع مدى تطبيق المبادئ الخلقية وأنشأ مشاكل جديدة لم تكن لتخطر في الماضي على بال. وقد ترك تنظيم هذه الأمور إما للصدفة التامة أو للأمم فيما بينهما تحكم فيه القوة أو لرجال السياسة والمشرعين يعقدون المؤتمرات عساهم يصلون إلى حل عملي يرضي القوي ويسلم به الضعيف وقد نشأ عن ذلك مجموعة من القوانين الدولية الخاصة والعامة ربما كانت خير مثال على مقدرة الإنسان اللانهائية على أن يناقض نفسه. لا أقول هذا لأقلل من شأن المجهود الذي بذل بل بالعكس أنني أعلم أن هذا المجهود قد بذل في ظروف مضنية كما أن الذين قاموا به لا يمكن أن يوجه إليهم أي لوم لأنهم قاموا بواجبهم على قدر الإستطاعة وإنما يوجه اللوم إن كان هناك لوم إلى شخص معنوي مجهول ،لأنه لم يخرج لنا كتابًا يبين فيه حكم القانون الخلقي القويم في هذه الأمور ولا يمكن الإعتماد على المؤتمرات الدولية لتسوية هذه الأمور دون قانون خلقي مسلم به من الجميع لأن هذه المؤتمرات كثيرًا ما تصل إلى نتائج لا تتفق وقانون العدالة البشرية كما أنها

في بعض الأحايين تخفق في مهمتها إخفاقًا تامًا مثال ذلك مؤتمر المواصلات السلكية واللاسلكية الذي عقد بالقاهرة عام ١٩٣٨ والذي أخفق في تحقيق الغرض المنشود منه. فمن المسائل التي كان يطلب إلى هذا المؤتمر تنظيمها مسألة الإذاعة اللاسلكية ومنع الإختلاط والتشويش بين محطات الإذاعة في أنحاء المعمورة وهي مسألة لو تركت إلى علماء منزهين عن الغرض لما عجزوا عن حلها على أساس قانون العدالة بين الأمم.

وقبيل هذه الحرب نشأت حركة بين العلماء في إنجلترا وفي بعض البلاد الأخرى ترمي إلى إبراز ما هو كامن في نفوس الجميع من قواعد أخلاقية ثابتة أساسها حب الحق وحب العدل وحب الإنسانية وقد نشرت مجلة **Nature** الإنجليزية وهي مجلة لها مقامها في العالم العلمي، نشرت هذه المجلة مبادئ أقترحت لتكون نوعًا من الدستور بين العلماء ولم يكن في هذه المبادئ شيء جديد بل جاءت كما قلت مبرزة لما هو كامن في النفوس ولما هو مفترض عادة بين رجال العلم بل وبين رجال الفضل ورجال الأخلاق والمروءة في الأمم جميعًا. وهذه المبادئ الكامنة في النفوس دعت الحالة إلى إبرازها وتدوينها ونصها نصًا صريحًا صيانة لها من العبث ولتكون أساسًا واضحًا يعمل به كل عالم ويدعو إليه ولا تكاد هذه المبادئ كما قدمت تخرج عما هو مسلم به من الجميع كمبدأ حرية الفكر ومبدأ حرية العمل بما لا يتعارض ومصلحة الغير ومبدأ تحكيم العقل والمنطق فيما يشكل من الأمور ومبدأ تطلب العدالة والإنصاف في المعاملة بين الناس ومبدأ عدم الإضرار بالغير وأمثالها من القواعد العامة التي يسلم بها كل

عاقل منصف. هذه الحركة الخلقية كما يصح أن نسميها نشأت بين العلماء لأنهم شعروا بأن عليهم مسؤولية لم يعد من الممكن التغاضي عنها هي مسؤولية الدعوة إلى الخير والحق والدفاع عنهما وبعد نشر هذه المبادئ في مجلة **Nature** وردت خطابات ورسائل متعددة من جميع أنحاء العالم نشر بعضها في نفس المجلة وكلها معضدة للفكرة ومحبذة لها. ثم جاءت الحرب فإتجه العلماء في بلادهم المختلفة نحو مساعدة أممهم على كسبها وبذل قصارى ما يستطيعون من جهد عقلي وجثماني في خدمة البلاد التي ينتمون إليها ولعل من أميز مميزات هذه الحرب كثرة عدد العلماء في فروع العلم المختلفة الذين يقومون بالخدمة الفعلية في ميادين القتال أو في القيادات العامة أو في الأسلحة الفنية المختلفة للجيوش البرية والأساطيل البحرية والجوية. فأساتذة الجامعات اليوم والباحثون في العلم والمتخصصون الفنيون في الطبيعة وفي الكيمياء وفي الجيولوجيا بل والشباب المتخرج حديثًا من الجامعات كل يشتغل في دائرة إختصاصه ويستخدم مواهبه في خدمة أمته وقد قابلت أخيرًا أكثر من واحد من أساتذة الجامعات البريطانية في مصر فوجدتهم يرتدون ملابسهم العسكرية ويقومون بأعمال فنية تتناسب ومقدرتهم الفكرية فالعالم الرياضي يستخدم علمه في حل المسائل الرياضية الكثيرة التي تنشأ عن الحرب والعالم الجيولوجي يضع خبرته الفنية تحت تصرف بلده والكيميائي كذلك وهم جميعًا يشعرون بأن هذه الحرب تتوقف نتيجتها إلى حد بعيد على المقدرة الفنية والعلمية للأمم المتحاربة.

فالعلماء إذن قد خرجوا من صوامعهم مختارين أو مرغمين واختلطوا بتيار المجتمع في أعنف صوره وأشدها أتصالًا بمعترك الحياة وإذا وضعت الحرب أوزارها فهل يعقل أو ينتظر أن يعود كل واحد من هؤلاء إلى عمله وينسى ما رآه وما سمعه وما خبره بنفسه في هذه الحرب الطاحنة كأن لم يكن شيء من ذلك أو كأنه حلم مفزع قد أنقضي أم أن الذي تنتظره هو العكس. فالعلماء وهم قوم ذوو بصائر لن تسمح لهم ضمائرهم ولا عقولهم بأن يتركوا العالم يتعرض مرة أخرى لمثل هذه الفاجعة دون أن يحركوا ساكنًا وعلى الخصوص لأنهم يعلمون أن العلم والإختراع مسئولًا إلى حد كبير عن كثير من الفتك والتدمير والمنتظر أن تعود الحركة التي بدأت قبيل الحرب والتي أشرت إليها إلى الظهور بشكل أوسع وأن يكون لها أثرها الفعال في تنظيم التعاون بين الأمم.

ولاشك في أن العلماء إذا هم تساندوا في أقطار الأرض وتعاونوا فأنهم قادرون على أن يحولوا بين ذوي المطامع والشهوات من رجال السياسة والمال وبين الفتك بالمجتمع. أقول إذا تساندوا لأن هذا شرط أساسي لنجاحهم فالعلم يملك السلاح الذي يستطيع به أن يدافع عن قضية الحق والعدل والفضيلة ولا شك عندي في أنه في آخر الأمر منتصر على قوى الظلم والجهالة والإستعباد. ولا أستطيع أن أتنبأ بالشكل الذي سيتخذه تيار الحوادث في هذا الصدد ولكن من المتصور على سبيل المثال أن تصر الهيئات العلمية في العالم على منع كل عابث من إستخدام نتائج العلم للإضرار بالبشر. فإذا إتخذت هذه الهيئات موقفًا حازمًا أراء هذا

الموضوع الخطير فإنها ولا شك تستطيع أن تضع الأمور في نصابها إذ أن الرأي العام في العالم كله سيكون في جانبها كذلك تستطيع هذه الهيئات أن تحرم على كل مشتغل بالعلم أن يقوم لحسابه الخاص أو لحساب شركة أو حكومة بالإشتراك في أي عمل أو إختراع يرمي إلى التدمير والتخريب ويكون شأن العالم في ذلك شأن الطبيب الذي لا تسمح له الهيئات الطبية بإستخدام علمه وفنه في الإضرار بالناس. وعندي أن هذه الخطوة ربما كانت أول خطوة ينبغي إتخاذها بعد هذه الحرب لتوجيه العلم والعلماء نحو التعاون العالمي.

سبق أن أشرت إلى أن التعاون على مقياس دولي أساسه التعاون داخل كل أمة فيما بين أهلها ويحسن بنا في مصر أن نذكر هذه الحقيقة إذا كنا نريد حقًا أن تقوم بنصيبنا في المجهود الدولي فالكلام الذي قدمته عن التعاون بين علماء الأمم يقتضي أن يكون في كل أمة هيئات علمية مثل التعاون بين علماء هذه الأمة كما يجب أن تتعاون الهيئات داخل الأمة الواحدة وأن يكون لها نظام مشترك يوحد بين مجهوداتها ويحدد أهدافها ووسائل تعاونها، وفي مصر هيئات علمية نشأت أو أنشئت من حين لآخر وهي تقوم بمجهودات مختلفة في ميادين العلم المتعددة إلا أن هذه الجهود لا تزال في حاجة إلى تنسيق وتوجيه وتنظيم. فنحن في حاجة إلى مجمع علمي تتمثل فيه مجهوداتنا المبتكرة وأبحاثنا في ميادين العلم المختلفة. نحن في حاجة إلى هذا المجتمع إذ بدونه لا يمكن أن يقال إن لنا حياة علمية قومية وقد شرحت هذه النقطة في مقالي السابق عن الحياة العلمية في

مصر، ونحن في حاجة أيضًا كما ذكرت من قبل إلى هيأة تنظم العلاقة بين العلم والبحث أو الأكاديمية وبين العلم التطبيقي في ميادين الزراعة والصناعة والتجارة وغيرها. كل ذلك قد شرحته في المقال المذكور فلا حاجة بي إلى أن أكرر القول فتنظيم المجهود الداخلي أساس كل تعاون خارجي وكما أن الرجل الذي يعيش في بيت غير منظم لا يستطيع أن يكون منتظمًا في علاقته مع الناس كذلك الأمة التي لا تنظم بيتها لا ينتظر منها أن تتعاون تعاونًا منتجًا في نظام عالمي. أما إذا نظمنا أمورنا العلمية على النحو الذي أشرت إليه فإننا نستطيع أن نوجه العلم والعلماء بيننا في الإتجاهات التي بيننا وعندئذ يتعاون علماؤنا وعلماء غيرنا من الأمم لتحقيق تعاون على والسلام.

الفهرس